

meteor csillagászati évkönyv



A Phobos

2006



1



4



2



5



3



6

Meteor csillagászati évkönyv 2006

meteor csillagászati évkönyv 2006

szerkesztette:
Mészáros Albert
Tarnaszkóti Csaba

Hungarikán Csillagászati Egyesület
Budaörs, 2005

meteor csillagászati évkönyv 2006

szerkesztette:

Mizser Attila
Taracsák Gábor

Magyar Csillagászati Egyesület
Budapest, 2005

Az évkönyv összeállításában közreműködött:

Horvai Ferenc
Jean Meeus (Belgium)
Sárneczky Krisztián

Szakmailag ellenőrizte:

Szabados László (cikkek, beszámolók)
Szabadi Péter (táblázatok)

Műszaki szerkesztés és illusztrációk:

Taracsák Gábor

A szerkesztés és a kiadás támogatói:

MLog Műszereket Gyártó és Forgalmazó Kft.
MTA Csillagászati Kutatóintézete

ISSN 0866-2851

Felelős kiadó: Mizser Attila
Készült a G-PRINT BT. nyomdájában
Felelős vezető: Wilpert Gábor
Terjedelem: 18.75 ív + 8 oldal melléklet
Példányszám: 4000
2005. október

Tartalom

Bevezető	7
Használati útmutató	8
Jelek és rövidítések	13
A csillagképek latin és magyar neve	14

Táblázatok

Jelenségnaptár	16
A bolygók kelése és nyugvása (ábra)	64
A bolygók adatai	66
A bolygók kitérése a Naptól (ábra)	80
A bolygók ekliptikai koordinátái	81
A bolygók elhelyezkedése a Nap körül (ábra)	84
A Nap adatai	86
A Hold adatai	88
A colongitudo változása	96
Jupiter-holdak	97
Szaturnusz-holdak	106
Kisbolygók	109
Üstökösök	115
Meteorrajok	118
Fogyatkozások, fedések	120
A Hold csillagfedései	123
A Hold érintőleges csillagfedései	127
Julián-dátum táblázat	128
Csillagkatalógus J2006.5-re	129
Kozmikus elemgyakoriságok	136
Mágneses adatok a Naprendszerben	138

Cikkek

A csillagászat legújabb eredményei	143
ILLÉS ERZSÉBET: Holdak a Naprendszerben	194
KISS LÁSZLÓ: Vörös óriás változócsillagok	228
SZABÓ SÁNDOR: Napfogyatkozás a szomszédban	245
BARLAI KATALIN: 100 éve született Detre László	253

Beszámolók

Magyar Csillagászati Egyesület	260
MTA Csillagászati Kutatóintézete	267
ELTE Csillagászati Tanszéke	278
Szegedi Csillagvizsgáló	282
TIT Budapesti Planetárium	289
Szerzőink	293
Színes képek	299

A címlapon

A Mars Phobos holdja befogott kisbolygó. Az ESA Mars Express űrszondájának felvétele (ESA/DLR/FU Berlin – G. NEUKUM).

A belső borítón

1. Dávid Gyula nagysikerű előadás-sorozatot tartott 2005 elején az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban, *Különleges helyek, különleges anyagok a Világmindenségben* címmel.

2. Távcsoves bemutatás az MCSE szervezésében az újbudai Feneketlen-tónál.

3. 2004. október 14-én adták át a szombathelyi Berzsényi Dániel Tanárképző Főiskola oktató csillagvizsgálóját, melyet Kövesligethy Radóról, az asztrofizika egyik jeles úttörőjéről neveztek el.

4. A hegyhátsági székhelyű Hegyháti Csillagvizsgáló Alapítvány új, 50 cm tükörátmérőjű Ritchey – Crétien-teleszkópja.

5. Az emlékezés koszorú Kulin György nagyszalontai lakóházán, a 2005. január 28-i megemlékezésen.

6. 2005 júliusában az Opportunity marsjáró méretarányos modelljét tekinthették meg az érdeklődők a Budapesti Planetáriumban.

A hátsó borítón

A Fiastyúk és a Machholz-üstökös látványos együttállása 2005. január 6-án. Zseli József felvétele 2.8/180-as teleobjektívvel és Canon 10D fényképezőgéppel készült, 6 perc expozícióval.

Bevezető

Az idei kötet táblázatos részében néhány újítást talál az Olvasó. Az Uránusz és a Neptunusz keresőtérképét kiegészítettük egy áttekintő térképpel. Ennek segítségével könnyebben megtalálható az égen az a terület, amit a bolygó mozgását bemutató részletesebb rajz ábrázol. Csökkentettük a terjedelmét a Nap adatait tartalmazó táblázatnak — egy napról öt napra növeltük az idő lépésközt. A táblázatban szereplő mennyiségek ugyanis lassan, és időben „egyenletesen” változnak, és így a nagyobb időközökön belüli időpontokra is könnyen és kellő pontossággal interpolálhatók. A csillagászati észleléstechnika fejlődésének köszönhetően egyre szaporodik az évente felfedezett üstökösök száma is. Ezért a 2006-os kötettől kezdve nem közöljük az új felfedezések egyre terjedelmesebbé váló listáját. Az érdeklődők a naprakész táblázatot az Egyesület üstökös szakcsoportjának honlapján találhatják meg, amelynek címe: ustokosok.mcse.hu.

A Cassini-űrszonda sikeres küldetése után a Naprendszer fontosabb holdjainak többségéről rendelkezünk részletes felvételekkel, és számos holdról egyéb mérési adatokkal is. A holdak halvány, távoli fénypontokból önálló egyéniséggel rendelkező égitestekké váltak számunkra. Az első benyomás mindenképpen a felszíni alakzatoknak a fantasztikus regények és festmények elképzeléseit is felülmúló változatossága volt. Az ismeretek gyarapodásával együtt azonban kirajzolódtak a hasonlóságok, rendező elvek is. Megérett az idő arra, hogy összefoglaljuk azokat az ismereteket, amiket az űreszközök a *Naprendszer holdjairól* adtak.

A csillagászat legújabb eredményeiből az idén is bőséges válogatás található a kötetben. A *Vörös óriás változócsillagok* című cikk a változócsillagászat egy érdekes területét tekinti át. A március 29-i napfogyatkozás megfigyelésére készülők a *Napfogyatkozás a szomszédban* című írásból szerezhetnek hasznos tudnivalókat. DETRE LÁSZLÓ születésének 100. évfordulójához pedig egy személyes hangvételű megemlékezés kapcsolódik.

Az evkonyv.mcse.hu honlapon az egyesület által kiadott korábbi évkönyv-kötetéről található információkat az Olvasó. A megjelent kötetek tematikusan rendezett, összefoglaló tartalomjegyzéke segíti a hírek, cikkek helyének megtalálását, a célzott információkeresést. A látogató a még kapható köteteket meg is rendelheti.

Használati útmutató

Az évkönyv első felében kaptak helyet a naptári alapadatok, havonkénti csoportosításban: a Nap és a Hold keltének és nyugtának időpontja, a hónap fontosabb csillagászati eseményei, a bolygók láthatósága, a hónap csillagos égboltja. Ezt követik azok az információk, amelyek csillagászati számításokhoz és az amatőr észlelők munkájához szükségesek: a Nap, a Hold és a bolygók koordinátái és fizikai adatai, valamint a különféle segédtablázatok. Végül pedig a speciális észlelési területeken használható előrejelzéseket és adatokat találjuk: fogyatkozásokról, fedésekről, kisbolygókról, meteorrajokról, üstökösökről és egyéb témákról. A tablázatok és adatok Magyarország közepes földrajzi koordinátáira vonatkoznak:

földrajzi hosszúság: $\lambda = +19^{\circ}0$

földrajzi szélesség: $\varphi = +47^{\circ}5$

Minthogy hazánk kiterjedése nem nagy, az évkönyv táblázatai jó közelítéssel használhatók az egész ország területén. A Föld forgásával kapcsolatos időadatoknál a földrajzi hosszúságban mért egy fok különbség 4 időperc eltérést jelent. A kelési, delelési és nyugvási időpontok esetében tehát a 19° hosszúsági körtől keletre fokonként négy percet le kell vonni a táblázat időadatából, nyugat felé pedig ugyanennyit hozzá kell adni. Pontos észleléseknél természetesen ezeket az eltéréseket megfelelő számításokkal kell figyelembe venni.

Az időpontadatok többsége világidőben (UT) szerepel, az egyéb számértékek pedig általában a megadott napon 0^h UT-re vonatkoznak. Erre a táblázatok fejlécében elhelyezett UT, ill. 0^h UT jelzés is utal.

A naptár rész minden időpontadatát, valamint a bolygók kelési, delelési és nyugvási időpontjait közép-európai időben (KÖZEI) adtuk meg. A táblázatok fejlécében a KÖZEI felirat utal erre. A nyári időszámítás (NYISZ) tartama alatt az érintett időpontadatoknál az óra és a perc közötti csillag (pl. $16^{\circ}33$) és egy lábjegyzet figyelmeztet arra, hogy a KÖZEI-ben megadott értékhez egy órát hozzá kell adni. A nyári időszámítás várhatóan 2006.03.26., vasárnap hajnali 2^h KÖZEI-től (3^h NYISZ) 2006.10.29., vasárnap hajnali 3^h NYISZ-ig (2^h KÖZEI) lesz érvényben.

A helyi csillagidő értékét a naptár rész ϑ_{gr} oszlopából számolhatjuk ki. Ez a szokásos greenwichi csillagidőt tartalmazza 0^h UT-kor, amit 16 perccel növelve kapjuk a 19° -os földrajzi hosszúság helyi csillagidejét 0^h KÖZEI-kor. Hozzávetőleges tájékozódásra ehhez elegendő hozzáadni az óránk által muta-

tott időt, és így néhány perc pontossággal meghatározhatjuk a helyi csillagidő pillanatnyi értékét. A nyári időszámítás alatt az így kapott időpontot még egy órával csökkenteni kell. A helyi csillagidő leolvasható a belső bolygók kelését és nyugvását feltüntető ábráról is. Ha nagyobb pontosságra van szükség, a csillagidő értékét a táblázat két szomszédos értéke közötti lineáris interpolációval kapjuk meg. Ehhez még hozzá kell adnunk megfigyelőhelyünk földrajzi hosszúságának megfelelően fokként 4 perc korrekciót, csak most keletre pozitív, nyugatra negatív előjellel.

A Nap, a Hold és (a Plútó kivételével) a bolygók egyenlítői koordinátái (RA , D) a pillanatnyi epochára, azaz az égi egyenlítő és a tavaszpont pillanatnyi helyére vonatkoznak. Az égi egyenlítő és a tavaszpont azonban a precesszió miatt elmozdul. Ha tehát pl. az említett koordinátákat csillagtérképre akarjuk vinni, ki kell számolni és figyelembe kell venni a térkép epochája (pl. B1950.0 vagy J2000.0) és a koordináta-adat időpontja közötti időkülönbségnek megfelelő precessziós eltérést.

A Plútó, a kisbolygók és az üstökösök egyenlítői koordinátái J2000.0 epochára szerepelnek, így ezeket egy ilyen jelzésű csillagtérképre közvetlenül át lehet vinni. A bolygók heliocentrikus ekliptikai koordinátái (λ_e , β) is az ekliptika és a tavaszpont pillanatnyi helyét veszik alapul.

Kelési, illetve nyugvási időpontnak a táblázatokban azt a pillanatot tekintjük, amikor az égitest korongjának felső széle – a légköri refrakció elméleti értékének figyelembevételével – érinti a látóhatárt.

A fázis rovatban szereplő adat azt adja meg, hogyan aránylik az égitest korongjának megvilágított területe a teljes korong területéhez.

A pozíciószög (P) az égi északi iránytól K–D–Ny körüljárással, 0–360°-ig mért szög (bizonyos táblázatokban azonban az észlelési hagyományokat figyelembe véve $\pm 180^\circ$ -ig mérjük). A fényesebb égitest középpontjához viszonyítjuk a halványabbik elhelyezkedését. Az égi északi irányt az égitesten és az égi pólusokon áthaladó főkör jelöli ki, ami általában nem egyezik meg pontosan sem az égitest északi pólusának, sem a terminátor északi végpontjának irányával!

A **naptár** részben minden hónaphoz két oldal táblázat és két oldal képes csillagászati eseménynaptár tartozik. Ezekben minden időadat KÖZEI-ben szerepel. A bal oldali naptártáblázat első oszlopában található a napnak a hónapon belüli sorszáma, a nap nevének rövidítése és a napnak az év első napjától számított sorszáma. A hetek sorszámát az érvényes magyar szabvány szerint adjuk meg. A Nap időadatai mellett szerepel a delelési magassága, valamint az időegyenlítés értéke is. Az időegyenlítés azt adja meg, hogy az időzónánk közepén ($\lambda = 15^\circ$) mennyit tér el a Nap valódi delelési időpontja a zónaidő déli 12 órájától. Minthogy az évkönyv táblázatai a $\lambda = 19^\circ$ földrajzi hosszúságra készültek, a delelési időpont oszlopában látható, hogy a valódi

Nap itt 16 perccel korábban delel, mint az időzóna közepén. A holdfázis grafikus ábrázolása az adott naptári nap délre kerekített érték alapján készült. Mellette olvasható a négy fő holdfázis pontos időpontja.

A jobb oldali táblázatban a Julián-dátum és a greenwichi csillagidő található. Mindkettőnek a csillagászati számításoknál vehetjük hasznát. Az utolsó oszlopban az adott naptári napon ünnepelt névnapok listáját olvashatjuk. A szokásos naptárakban szereplő neveket álló betűkkel, a ritkábban előforduló neveket dőlt betűkkel szedték. A névnap lista adatainak forrása a Vince Kiadónál megjelent LADÓ-BÍRÓ: *Magyar utónévkönyv*. A táblázat alatt az ismertebb ünnepek, időszámítási és kronológiai információk kaptak helyet.

A képes oldalakon találjuk az esti és a hajnali égbolt látványát bemutató ábrákat. Az esti kép az adott hónap közepén 21^h-kor, a hajnali pedig 3^h-kor ábrázolja az égboltot. Ha a bolygókat nem vesszük figyelembe, a képek segítségével megtudhatjuk, milyen a csillagok, csillagképek elhelyezkedése tetszőleges más időpontban. Az égbolt képe a Föld Nap körüli keringése miatt egy hónap alatt kb. két óra napi forgásnak megfelelő mértékben változik meg. Emiatt egy adott hónap közepén 21^h-kor ugyanolyannak látjuk az égboltot, mint a hónap elején 22^h-kor, az előző hónap közepén 23^h-kor, az előző hónap elején 24^h-kor; illetve az adott hónap végén 20^h-kor, a következő hónap közepén 19^h-kor, a következő hónap végén 18^h-kor és így tovább. Hasonló számítás alapján használhatjuk a hajnali képeket is más hónapokban.

Az égboltot ábrázoló képek alatt az este, illetve hajnalban látható égitestek felsorolása található. Az esti égbolt listáját kiegészítettük néhány olyan nevezetes objektummal is, amelyeket észlelési gyakorlatokhoz vagy távcsöves bemutatás céljára ajánlunk. Ez után a hónap legfontosabb csillagászati eseményeinek felsorolása következik.

A jobb oldalon a bolygók láthatóságára vonatkozó információkat találjuk. Az oldalsó ábra pedig azt mutatja be, milyen látványt nyújtanak a bolygók a hónap közepén, csillagászati távcsőben. A gyorsan változó Merkúrról három rajzot találunk, melyek a hónap 5., 15. és 25. napján ábrázolják a bolygót. Az egységes méretarányban készült rajzokról leolvasható a bolygók látszó mérete, tengelyük iránya, egyenlítőjük és terminátoruk helyzete.

A **bolygók kelését és nyugvását** bemutató ábrákról közelítő pontossággal leolvasható a Nap keltének és nyugtának időpontja, a navigációs szürkület időtartama és a 19° keleti hosszúságra vonatkozó helyi csillagidő is. A nyári időszámítás alatt ezeknél az ábráknál is figyelembe kell venni az egy óra korrekciót!

A **bolygók** táblázataiban a kelés, delelés és nyugvás KÖZEI-ben megadott időpontját (a nyári időszámítás idején itt is * jel figyelmeztet az egy óra hozzáadására), a pillanatnyi egyenlítői koordinátákat, a Földtől mért távolságot,

a látszó fényességet és szögátmérőt, a fázist és a Naptól mért szögtávolságot találjuk. Az erősen lapult óriásbolygóknál a szögátmérő az egyenlítőre vonatkozik. A Szaturnusznál szerepel a gyűrű kistengelyének látszó szögmérete is (a nagytengely mindig a korong átmérőjének 2.26-szorosa). Amikor a gyűrű kistengelyének számértéke negatív, a gyűrű déli oldalára látunk rá. A fizikai adatok mindegyike az adott nap 0^h UT-re érvényes.

A **centrálmeridián** táblázatok adják meg, hogy a bolygó felszíni koordináta-rendszerében melyik hosszúsági kör halad át az adott napon 0^h UT-kor a Földről látott bolygókorong középpontján. A centrálmeridiánnak a megfigyelésünk pillanatában érvényes planetografikus hosszúságát a hosszúságváltozást megadó segédtáblázatokból, interpolációval kaphatjuk meg. A Jupiter nem merev testként forog, ezért esetében az I. rendszer az egyenlítői vidékre, a II. rendszer a mérsékelt éghajlati övnek megfelelő részekre vonatkozik.

Az **Uránusz és Neptunusz keresőtérképe** e bolygók megtalálását segíti az égen. Az áttekintő térképen bekeretezett terület a részlettérképen kinagyítva látható. A részlettérképen a látszó pálya kezdeténél lévő korong mutatja a bolygó átlagos fényességét. A pálya mentén lévő számok a bolygó helyét jelölik a megfelelő sorszámú hónap első napján 0^h UT-kor. A kisebb osztások a hónap elejétől eltelt 5 napos időközöknek felelnek meg.

A **bolygók Naptól való kitérését** feltüntető ábráról leolvasható a kitérés szöge és iránya, valamint hozzávetőleges pontossággal az is, hogy melyik csillagképben halad a bolygó a keresett időpontban.

A **bolygók ekliptikai koordinátái** a pillanatnyi heliocentrikus ekliptikai hosszúságot és szélességet, valamint a bolygók Naptól mért távolságát adják meg. Bár az ekliptika voltaképpen a Föld pályasíkja, a Föld ekliptikai szélessége mégis mutat ívmásodperc nagyságú eltérést a nulla értéktől. Ezt a Hold és a bolygók gravitációs hatása okozza.

A **bolygók Nap körüli elhelyezkedését** bemutató ábrák a bolygók pálya menti helyzetét adják meg, a Föld típusú bolygók esetében az év egyes hónapjainak kezdetén, az óriásbolygók és a Plútó esetében az egyes évek kezdetén.

A **Nap adatai** között megtaláljuk a pillanatnyi egyenlítői koordinátáit, a Földtől mért távolságát, látszó szögátmérőjét, geocentrikus ekliptikai hosszúságát. Az utolsó oszlopokban a Földről látott napkorong középpontjának a napfelszíni koordináta-rendszerben mért koordinátái: heliografikus hosszúsága és szélessége, valamint a Nap forgástengelyének pozíciószöge kapott helyet. Kiegészítő táblázat tartalmazza a Nap tengelyforgását leíró *Carrington-rotációk* kezdetének időpontját.

A **Hold adatai** táblázatban a pillanatnyi egyenlítői koordinátái, a Földtől mért távolsága, látszó szögátmérője és fázisa szerepel. Ezt követi a hajnali terminátor és a holdi egyenlítő metszéspontjának szelenografikus hosszúsága

(*colongitudo*), amit az észlelési hagyományoknak megfelelően nyugati irányba, 0° -tól 360° -ig mérünk. A *colongitudo* pillanatnyi értékének meghatározását külön interpolációs táblázat segíti. Az utolsó oszlopokban a Földről látott holdkorong középpontjának a holdfelszíni koordináta-rendszerben mért koordinátái: szelenografikus hosszúsága és szélessége, valamint a Hold forgástengelyének pozíciószöge található.

A **Jupiter-holdak** mozgását feltüntető ábráról tetszőleges időpontra leolvasható a holdak elhelyezkedése a bolygó körül. A középen látható kettős függőleges vonal a bolygókorong méretét jelzi. A táblázatokban a holdak Budapestről megfigyelhető jelenségei szerepelnek.

A **Szaturnusz-holdak** megfigyeléséhez megadjuk a legnagyobb keleti kitérések időpontját UT-ben. A Titan és a Iapetus esetében a nyugati kitérések időpontja is szerepel. A holdak megtalálását ábra könnyíti meg.

A **kisbolygók** táblázataiban az év során látható legfényesebb kisbolygók J2000.0 epochára vonatkozó koordinátáit és látszó fényességét találjuk a legkedvezőbb megfigyelési időszakra.

Az **üstökösök** táblázataiban a J2000.0-re vonatkozó koordináták, a Naptól, illetve a Földtől mért távolság, a Naptól való kitérés szöge és a várható fényesség szerepel.

A **meteorrajok** táblázatában az év során megfigyelhető fontosabb rajok jellemzőit foglaltuk össze.

A **fogyatkozások és fedések** cím alatt olvashatjuk a nap- és holdfogyatkozásoknak, valamint a Hold bolygófedéseinek adatait.

Külön táblázat tartalmazza a **Hold csillagfedéseit**, amelynek részletes magyarázata a táblázat mellett olvasható.

A **Julián-dátum** táblázatból tetszőleges időpontra megállapítható a JD értéke, azaz egy megállapodás szerinti (de egyébként önkényesen megválasztott) időponttól, i. e. 4713.01.01. 12^{h} UT-től eltelt napok száma. Egy tetszőleges időpontadat JD-re való átszámítását a tizednap segédtáblázat könnyíti meg.

A **csillagkatalógus** elsősorban azok számára készült, akiknek nagy pontosságú koordinátákra van szükségük. A táblázat alapját az FK5 (*Fundamental Catalog 5*) adatai képezik. A -30° deklinációnál északabbra elhelyezkedő és $4^{\text{m}}0$ -nál fényesebb csillagok adatait tartalmazza. A csillagok egyenlítői koordinátái az év közepére vonatkoznak, a pontos epocha a táblázat végén szerepel. A számítás során a precesszió hosszú periódusú tagját és a csillag sajátmozgását vettük figyelembe. A koordináták egy évre eső változása szintén e két mozgás együttes hatását tartalmazza. A sajátmozgás értékek 100 évre vonatkoznak. Végül megtalálható a csillag radiális sebessége, parallaxisa (melynek reciproka a parszekben mért távolságot adja) és vizuális fényessége.

Jelek és rövidítések

Holdfázisok, bolygók

●	újhold
◐	első negyed
○	holdtölte
◑	utolsó negyed
♿	Merkúr
♀	Vénusz
♂	Mars
♃	Jupiter
♄	Szaturnusz
♅	Uránusz
♆	Neptunusz
♇	Plútó

Állatövi csillagképek

♈	Kos (Aries)
♉	Bika (Taurus)
♊	Ikrek (Gemini)
♋	Rák (Cancer)
♌	Oroszlán (Leo)
♍	Szűz (Virgo)
♎	Mérleg (Libra)
♏	Skorpió (Scorpius)
♐	Kígyótartó (Ophiuchus)
♑	Nyilas (Sagittarius)
♒	Bak (Capricornus)
♓	Vízöntő (Aquarius)
♈	Halak (Pisces)

A táblázatokban használt gyakoribb jelölések

h_d	a Nap delelési magassága
E_t	időegyenlítés
ϑ_{gr}	greenwichi csillagidő
λ	földrajzi hosszúság
φ	földrajzi szélesség
RA	rektaszccenzió
D	deklináció
λ_e	ekliptikai hosszúság
β	ekliptikai szélesség
r	az égitest távolsága a Naptól
Δ	az égitest távolsága a Földtől
\varnothing	látzó szögátmérő
L	a centrálmeridián hosszúsága
B	a centrálmeridián szélessége
P	a forgástengely pozíciószöge
m	látzó fényesség

E	a Naptól mért szögtávolság
b	a Szaturnusz gyűrűjének kistengelye
UT	világidő (Universal Time)
KÖZEI	közép-európai idő
NYISZ	nyári időszámítás
JD	Julián-dátum
$h\ m\ s$	óra, perc, másodperc
$^{\circ}\ ' \ ''$	fok, ívperc, ívmásodperc
AU	csillagászati egység (Astronomical Unit)
C_N	colongitudo
μ_{RA}	sajátmozgás rektaszccenzióban
μ_D	sajátmozgás deklinációban
v_{rad}	radiális sebesség
π	parallaxis

A csillagképek latin és magyar neve

röv.	latin név	magyar név	röv.	latin név	magyar név
And	Andromeda	Androméda	Lac	Lacerta	Gyík
Ant	Antlia	Légszivattyú	Leo	Leo	Oroszlán
Aps	Apus	Paradicsommadár	LMi	Leo Minor	Kis Oroszlán
Aqr	Aquarius	Vízöntő	Lep	Lepus	Nyúl
Aql	Aquila	Sas	Lib	Libra	Mérleg
Ara	Ara	Oltár	Lup	Lupus	Farkas
Ari	Aries	Kos	Lyn	Lynx	Hiúz
Aur	Auriga	Szekeres	Lyr	Lyra	Lant
Boo	Bootes	Ökörhajcsár	Men	Mensa	Táblahegy
Cae	Caelum	Véső	Mic	Microscopium	Mikroszkóp
Cam	Camelopardalis	Zsiráf	Mon	Monoceros	Egyszarvú
Cnc	Cancer	Rák	Mus	Musca	Légy
CVn	Canes Venatici	Vadászebek	Nor	Norma	Szögmérő
CMA	Canis Maior	Nagy Kutya	Oct	Octans	Oktáns
CMi	Canis Minor	Kis Kutya	Oph	Ophiuchus	Kígyótartó
Cap	Capricornus	Bak	Ori	Orion	Orion
Car	Carina	Hajógerinc	Pav	Pavo	Páva
Cas	Cassiopeia	Kassziopéia	Peg	Pegasus	Pegazus
Cen	Centaurus	Kentaur	Per	Perseus	Perzeusz
Cep	Cepheus	Cefeusz	Phe	Phoenix	Főnix
Cet	Cetus	Cet	Pic	Pictor	Festő
Cha	Chamaeleon	Kaméleon	Psc	Pisces	Halak
Cir	Circinus	Körző	PsA	Piscis Austrinus	Déli Hal
Col	Columba	Galamb	Pup	Puppis	Hajófara
Com	Coma Berenices	Bereniké haja	Pyx	Pyxis	Tájéoló
CrA	Corona Australis	Déli Korona	Ret	Reticulum	Háló
CrB	Corona Borealis	Északi Korona	Sge	Sagitta	Nyíl
Crv	Corvus	Holló	Sgr	Sagittarius	Nyílás
Crt	Crater	Serleg	Sco	Scorpius	Skorpió
Cru	CruX	Dél Keresztje	Scl	Sculptor	Szobrász
Cyg	Cygnus	Hattyú	Sct	Scutum	Pajzs
Del	Delphinus	Delfin	Ser	Serpens	Kígyó
Dor	Dorado	Aranyhal	Sex	Sextans	Szextáns
Dra	Draco	Sárkány	Tau	Taurus	Bika
Equ	Equuleus	Csikó	Tel	Telescopium	Távcső
Eri	Eridanus	Eridánusz	Tri	Triangulum	Háromszög
For	Fornax	Kemence	TrA	Triang. Australe	Déli Háromszög
Gem	Gemini	Ikrek	Tuc	Tucana	Tukán
Gru	Grus	Daru	UMa	Ursa Maior	Nagy Medve
Her	Hercules	Herkules	UMi	Ursa Minor	Kis Medve
Hor	Horologium	Ingaóra	Vel	Vela	Vitorla
Hya	Hydra	Északi Vízikígyó	Vir	Virgo	Szűz
Hyi	Hydrus	Déli Vízikígyó	Vol	Volans	Repülőhal
Ind	Indus	Indián	Vul	Vulpecula	Kis Róka

Táblázatok

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5'$

Naptár – január

KÖZEI

dátum	Nap			h_d °	E_1 m	Hold			fázis h m
	kel, h	delel, m	nyugszik, h m			kel, h	delel, m	nyugszik, h m	
1. v 1. 1. hét	7 32	11 48	16 03	19.5	-3.3	9 08	13 13	17 26	●
2. h 2.	7 32	11 48	16 04	19.6	-3.8	9 42	14 13	18 54	●
3. k 3.	7 32	11 48	16 05	19.6	-4.3	10 08	15 08	20 21	●
4. sz 4.	7 32	11 49	16 06	19.8	-4.7	10 28	15 59	21 44	●
5. cs 5.	7 32	11 49	16 07	19.9	-5.2	10 45	16 47	23 04	●
6. p 6.	7 31	11 50	16 09	20.0	-5.6	11 02	17 34	—	● 19 56
7. sz 7.	7 31	11 50	16 10	20.1	-6.1	11 19	18 21	0 22	●
8. v 8. 2. hét	7 31	11 51	16 11	20.2	-6.5	11 38	19 09	1 40	○
9. h 9.	7 30	11 51	16 12	20.4	-6.9	12 01	19 59	2 57	○
10. k 10.	7 30	11 52	16 13	20.5	-7.3	12 31	20 52	4 13	○
11. sz 11.	7 30	11 52	16 15	20.6	-7.7	13 09	21 46	5 25	○
12. cs 12.	7 29	11 52	16 16	20.8	-8.1	13 58	22 40	6 28	○
13. p 13.	7 29	11 53	16 17	21.0	-8.5	14 57	23 34	7 21	○
14. sz 14.	7 28	11 53	16 18	21.1	-8.9	16 03	—	8 01	○ 10 48
15. v 15. 3. hét	7 27	11 53	16 20	21.3	-9.2	17 12	0 24	8 31	○
16. h 16.	7 27	11 54	16 21	21.5	-9.6	18 21	1 11	8 55	○
17. k 17.	7 26	11 54	16 23	21.7	-9.9	19 29	1 55	9 13	○
18. sz 18.	7 25	11 54	16 24	21.9	-10.2	20 35	2 36	9 28	○
19. cs 19.	7 24	11 55	16 25	22.1	-10.6	21 41	3 16	9 42	○
20. p 20.	7 24	11 55	16 27	22.3	-10.9	22 47	3 55	9 56	○
21. sz 21.	7 23	11 55	16 28	22.5	-11.2	23 55	4 34	10 09	○
22. v 22. 4. hét	7 22	11 56	16 30	22.8	-11.4	—	5 15	10 25	○ 16 14
23. h 23.	7 21	11 56	16 31	23.0	-11.7	1 06	6 00	10 43	○
24. k 24.	7 20	11 56	16 33	23.2	-12.0	2 21	6 49	11 07	○
25. sz 25.	7 19	11 56	16 34	23.4	-12.2	3 39	7 43	11 40	○
26. cs 26.	7 18	11 57	16 36	23.7	-12.4	4 55	8 42	12 27	○
27. p 27.	7 17	11 57	16 37	24.0	-12.6	6 03	9 46	13 31	○
28. sz 28.	7 16	11 57	16 39	24.2	-12.8	6 57	10 51	14 51	○
29. v 29. 5. hét	7 14	11 57	16 40	24.5	-13.0	7 37	11 54	16 20	○ 15 15
30. h 30.	7 13	11 57	16 42	24.8	-13.2	8 07	12 53	17 51	○
31. k 31.	7 12	11 57	16 43	25.0	-13.4	8 30	13 47	19 19	○

január

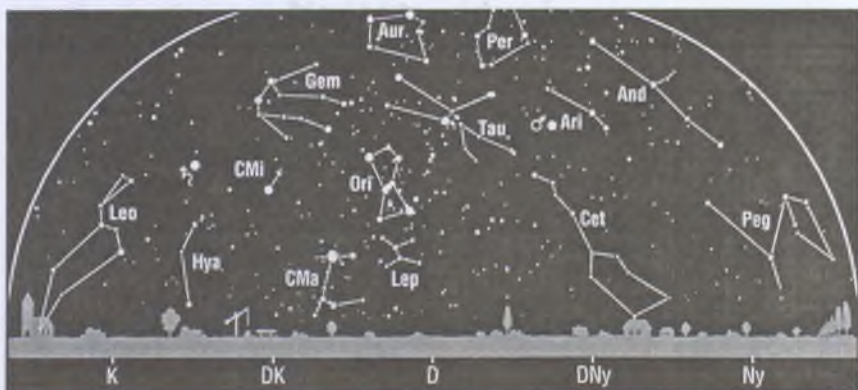
nap	Julián dátum 12 ^h UT	ϑ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 453 737	6 42 01	Újév; Fruzsina, Aglája, Álmos
2.	2 453 738	6 45 58	Ábel, Ákos, Fanni, Gergely, Gergő, Stefánia
3.	2 453 739	6 49 54	Benjámin, Genovéva, Dzszenifer, Gyöngyvér, Hermina
4.	2 453 740	6 53 51	Leona, Títusz, Angéla, Angelika, Izabella
5.	2 453 741	6 57 47	Simon, Árpád, Ede, Emília, Gáspár
6.	2 453 742	7 01 44	Boldizsár, Gáspár, Menyhért
7.	2 453 743	7 05 40	Attila, Ramóna, Bálint, Melánia, Rajmund, Valentin
8.	2 453 744	7 09 37	Gyöngyvér, Virág
9.	2 453 745	7 13 34	Marcell
10.	2 453 746	7 17 30	Melánia, Vilma, Vilmos
11.	2 453 747	7 21 27	Ágota, Agáta
12.	2 453 748	7 25 23	Ernő, Erna, Ernesztina, Veronika
13.	2 453 749	7 29 20	Veronika, Csongor, Ivett, Judit, Vera
14.	2 453 750	7 33 16	Bódog
15.	2 453 751	7 37 13	Loránd, Lóránt, Alfréd, Pál, Sándor
16.	2 453 752	7 41 09	Gusztáv, Fanni, Henrik, Marcell, Ottó, Stefánia
17.	2 453 753	7 45 06	Antal, Antónia, Leonetta, Roxána
18.	2 453 754	7 49 03	Piroska, Aténé, Beatrix, Margit, Pál
19.	2 453 755	7 52 59	Sára, Márió, Margit, Márta, Sarolta, Veronika
20.	2 453 756	7 56 56	Fábián, Sebestyén, Szebasztián, Tímea
21.	2 453 757	8 00 52	Ágnes
22.	2 453 758	8 04 49	Vince, Artúr, Artemisz, Cintia, Dorián
23.	2 453 759	8 08 45	Zelma, Rajmund, Emese, János, Mária
24.	2 453 760	8 12 42	Timót, Erik, Erika, Ferenc, Vera, Veronika, Xénia
25.	2 453 761	8 16 38	Pál, Henriett, Henrietta, Henrik, Péter
26.	2 453 762	8 20 35	Vanda, Paula, Titanilla
27.	2 453 763	8 24 32	Angelika, Angéla, János
28.	2 453 764	8 28 28	Károly, Karola, Ágnes, Amália, Apollónia, Margit, Péter
29.	2 453 765	8 32 25	Adél, Etelka, Ferenc
30.	2 453 766	8 36 21	Martina, Gerda, Gellért
31.	2 453 767	8 40 18	Marcella, János, Lujza, Péter

6. Vízkereszt.

14. A Julián-naptár szerinti újév napja.

29. A kínai naptár 4643. évének kezdete.

30. Az iszlám naptár 1427. évének kezdete napnyugtakor.



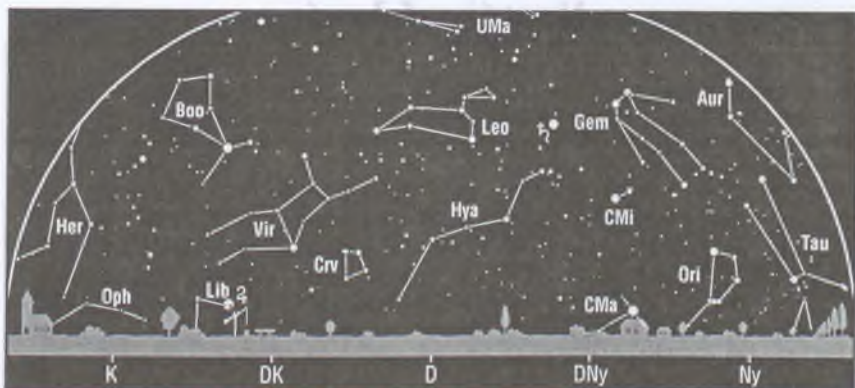
Az esti égbolt

Hold 14-ig és 30-tól, Vénusz 8-ig, Mars, Szaturnusz késő este, Uránusz, Neptunusz a hó közepéig.

Kettőscsillagok: γ And, σ Ori, α CVn, ζ UMa. *Nylthalmazok:* h és χ Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem), M50 (Mon), M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). *Gömbhalmazok:* M15 (Peg), M79 (Lep). *Gázködök:* M1 (Rák-köd, Tau), M42–43 (Orion-köd, Ori). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M77 (Cet), M81–82 (UMa).

Csillagászati események

- 2. 13^h A Neptunusz 3^o8-kal északra a Holdtól.
- 4. 01^h Az Uránusz 1^o9-kal északra a Holdtól.
- 4. 16^h A Föld napközében.
- 6. 00^h A Vesta szembenállásban.
- 6. 20^h Első negyed.
- 8. 21^h A Mars 1^o3-kal délre a Holdtól.
- 14. 01^h A Vénusz alsó együttállásban.
- 14. 11^h Telehold.
- 15. 14^h A Szaturnusz 3^o6-kal délre a Holdtól.
- 22. 16^h Utolsó negyed.
- 23. 21^h A Jupiter 4^o4-kal északra a Holdtól.
- 26. 23^h A Merkúr felső együttállásban.
- 28. 00^h A Szaturnusz szembenállásban.
- 29. 15^h Újhold.
- 31. 13^h Az Uránusz 1^o6-kal északra a Holdtól.



A hajnali égbolt

Hold 14-től 28-ig, Merkúr 12-ig, Vénusz 19-től, Jupiter, Szaturnusz. Quadrantidák meteorraj.

A bolygók

Merkúr: A hónap első napjaiban megkísérélhető észlelése a hajnali szürkületben a délkeleti látóhatár közelében. 26-án első együttállásba van a Nappal.

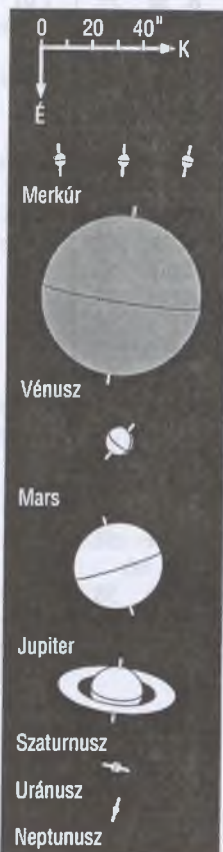
Vénusz: A hó első napjaiban még megfigyelhető az esti szürkületben. Ekkor másfél órával nyugszik a Nap után. Megfigyelhetősége gyorsan romlik. 14-én kerül alsó együttállásba a Nappal. A hónap utolsó hetében már a hajnali szürkületben látható a délkeleti látóhatár fölött.

Mars: Az éjszaka első felében látható a Kos csillagképben. Két órával éjfél után nyugszik. Fényessége -0^m2 , átmérője $10''.5$, mindkettő csökken.

Jupiter: Éjfél után kel. A hajnali égen látható a Mérleg csillagképben. Fényessége -1^m9 , átmérője $35''$.

Szaturnusz: Az esti órákban kel, és csaknem egész éjszaka látható a Rák csillagképben. Fényessége -0^m1 , átmérője $20''$. 28-án kerül szembenállásba a Nappal.

Uránusz, Neptunusz: Az Uránusz a Vízöntő csillagképben látható. A Neptunusz az év első napjaiban még megkereshető este a Bak csillagképben, de láthatósága gyorsan romlik.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47.5^\circ$

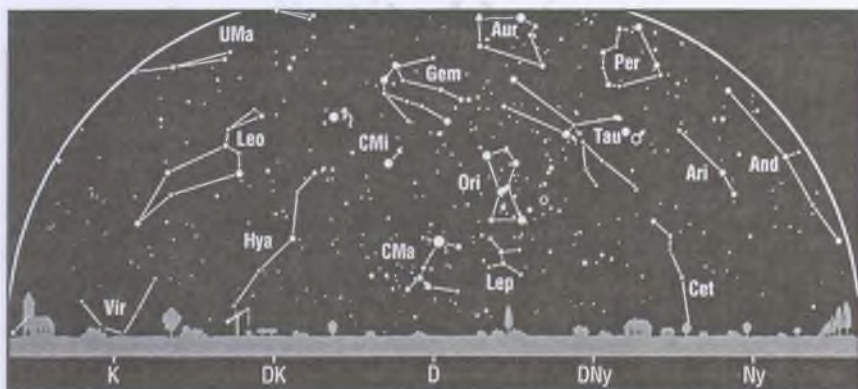
Naptár – február

KÖZEI

dátum	Nap					Hold				fázis
	kel, delel, nyugszik			h_d	E_t	kel, delel, nyugszik			h m	
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m		
5. hét										
1. sz 32.	7 11	11 58	16 45	25.3	−13.5	8 49	14 39	20 44	☉	
2. cs 33.	7 09	11 58	16 47	25.6	−13.7	9 06	15 28	22 06	☉	
3. p 34.	7 08	11 58	16 48	25.9	−13.8	9 24	16 16	23 26	☉	
4. sz 35.	7 07	11 58	16 50	26.2	−13.9	9 42	17 05	—	☉	
5. v 36.	7 05	11 58	16 51	26.5	−14.0	10 04	17 56	0 46	☉ 7 29	
6. hét										
6. h 37.	7 04	11 58	16 53	26.8	−14.0	10 32	18 48	2 04	☉	
7. k 38.	7 02	11 58	16 54	27.1	−14.1	11 07	19 42	3 17	☉	
8. sz 39.	7 01	11 58	16 56	27.4	−14.2	11 53	20 36	4 24	☉	
9. cs 40.	6 59	11 58	16 58	27.7	−14.2	12 49	21 29	5 19	☉	
10. p 41.	6 58	11 58	16 59	28.1	−14.2	13 53	22 20	6 02	☉	
11. sz 42.	6 56	11 58	17 01	28.4	−14.2	15 01	23 08	6 35	☉	
12. v 43.	6 55	11 58	17 02	28.7	−14.2	16 11	23 53	7 00	☉	
7. hét										
13. h 44.	6 53	11 58	17 04	29.0	−14.2	17 19	—	7 19	☉ 5 44	
14. k 45.	6 52	11 58	17 05	29.4	−14.2	18 26	0 35	7 35	☉	
15. sz 46.	6 50	11 58	17 07	29.7	−14.2	19 32	1 15	7 49	☉	
16. cs 47.	6 48	11 58	17 09	30.1	−14.1	20 37	1 54	8 03	☉	
17. p 48.	6 47	11 58	17 10	30.4	−14.0	21 44	2 33	8 16	☉	
18. sz 49.	6 45	11 58	17 12	30.8	−14.0	22 53	3 13	8 30	☉	
19. v 50.	6 43	11 58	17 13	31.1	−13.9	—	3 55	8 47	☉	
8. hét										
20. h 51.	6 41	11 58	17 15	31.5	−13.8	0 05	4 41	9 08	☉	
21. k 52.	6 40	11 58	17 16	31.8	−13.7	1 20	5 32	9 36	☉ 8 17	
22. sz 53.	6 38	11 58	17 18	32.2	−13.6	2 35	6 27	10 15	☉	
23. cs 54.	6 36	11 57	17 19	32.6	−13.4	3 45	7 27	11 09	☉	
24. p 55.	6 34	11 57	17 21	32.9	−13.3	4 44	8 30	12 19	☉	
25. sz 56.	6 32	11 57	17 22	33.3	−13.1	5 30	9 32	13 43	☉	
26. v 57.	6 31	11 57	17 24	33.7	−13.0	6 04	10 33	15 13	☉	
9. hét										
27. h 58.	6 29	11 57	17 25	34.0	−12.8	6 30	11 30	16 43	☉	
28. k 59.	6 27	11 57	17 27	34.4	−12.6	6 51	12 23	18 11	☉ 1 31	

február

nap	Julián dátum 12 ^h UT	ϑ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 453 768	8 44 14	Ignác, <i>Brigitta, Kincső</i>
2.	2 453 769	8 48 11	Karolina, Aida, <i>Johanna, Mária</i>
3.	2 453 770	8 52 07	Balázs, <i>Oszkár</i>
4.	2 453 771	8 56 04	Ráhel, Csenge, <i>András, Andrea, Róbert, Veronika</i>
5.	2 453 772	9 00 01	Ágota, Ingrid, <i>Agáta, Alida, Etelka, Kolos</i>
6.	2 453 773	9 03 57	Dorottya, Dóra, <i>Amanda, Dorina, Dorka, Réka</i>
7.	2 453 774	9 07 54	Tódor, Rómeó, <i>Richárd</i>
8.	2 453 775	9 11 50	Aranka, János, <i>Zsaklin</i>
9.	2 453 776	9 15 47	Abigél, Alex, <i>Apollónia, Erik, Erika</i>
10.	2 453 777	9 19 43	Elvira, <i>Ella, Pál, Vilmos</i>
11.	2 453 778	9 23 40	Bertold, Marietta, <i>Dezső, Elek, Mária, Titanilla</i>
12.	2 453 779	9 27 36	Livia, Lídia, <i>Lilla</i>
13.	2 453 780	9 31 33	Ella, Linda, <i>Gergely, Gergő, Katalin, Leila, Levente</i>
14.	2 453 781	9 35 30	Bálint, Valentin
15.	2 453 782	9 39 26	Kolos, Georgina, <i>Alfréd, Gina, Györgyi</i>
16.	2 453 783	9 43 23	Julianna, Lilla, <i>Dániel, Illés, Sámuel</i>
17.	2 453 784	9 47 19	Donát, <i>Alex, Elek</i>
18.	2 453 785	9 51 16	Bernadett, <i>Simon</i>
19.	2 453 786	9 55 12	Zsuzsanna, <i>Eliza, Elizabet</i>
20.	2 453 787	9 59 09	Aladár, Álmos, <i>Elemér, Leona</i>
21.	2 453 788	10 03 05	Eleonóra, György, <i>Leona, Leonóra, Nóra, Péter</i>
22.	2 453 789	10 07 02	Gerzson, <i>Gréta, Margit, Pál, Péter</i>
23.	2 453 790	10 10 59	Alfréd, <i>Ottó, Péter</i>
24.	2 453 791	10 14 55	Mátyás, <i>Darinka, Hedvig, János</i>
25.	2 453 792	10 18 52	Géza, <i>Vanda</i>
26.	2 453 793	10 22 48	Edina, <i>Alexander, Géza, Győző, Izabella, Sándor, Viktor</i>
27.	2 453 794	10 26 45	Ákos, Bátor, <i>Antigoné, Gábor, László</i>
28.	2 453 795	10 30 41	Elemér, <i>Antónia</i>



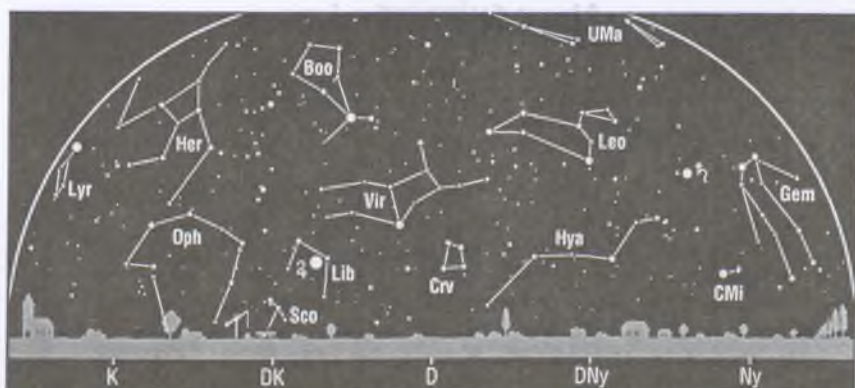
Az esti égbolt

Hold 13-ig, Merkúr 8-tól, Mars, Szaturnusz.

Kettőscillagok: γ And, σ Ori, α CVn, ζ UMa. **Nyílthalmazok:** h és χ Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem), M50 (Mon), M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). **Gömbhalmazok:** M79 (Lep). **Gázködök:** M1 (Rák-köd, Tau), M42–43 (Orion-köd, Ori). **Galaxisok:** M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M81–82 (UMa).

Csillagászati események

- 5. 07^h Első negyed.
- 5. 23^h A Mars 2°1'-kal délre a Holdtól.
- 6. 07^h A Neptunusz együttállásban a Nappal.
- 11. 16^h A Szaturnusz 3°6'-kal délre a Holdtól.
- 13. 06^h Telehold.
- 14. 17^h A Merkúr 0°03'-kal északra az Uránusztól.
- 17. 21^h A Vénusz legnagyobb fényességben.
- 20. 09^h A Jupiter 4°8'-kal északra a Holdtól.
- 21. 08^h Utolsó negyed.
- 24. 06^h A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (18°).
- 26. 16^h A Neptunusz 3°6'-kal északra a Holdtól.
- 28. 02^h Újhold.



A hajnali égbolt

Hold 13-tól 27-ig, Vénusz, Jupiter.

A bolygók

Merkúr: A hónap második felében figyelhető meg az esti égbolton, a nyugati látóhatár közelében. 24-én van legnagyobb keleti kitérésben, 18° -ra a Naptól. Az év folyamán ez a legkedvezőbb időszak a bolygó esti megfigyelésére.

Vénusz: Hajnalban a délkeleti égbolt feltűnő égitestje. Két órával kel a Nap előtt. Fényessége -4^m6 ; fázisa 0.1-ről 0.3-re növekszik. 17-én éri el legnagyobb fényességét.

Mars: Az éjszaka első felében látható a Bika csillagképben. Másfél órával éjfél után nyugszik. Fényessége 0^m5 , átmérője $7''9$, mindkettő csökken.

Jupiter: Éjfél körül kel. Az éjszaka második felében látható a Mérleg csillagképben. Fényessége -2^m1 , átmérője $38''$.

Szaturnusz: Az éjszaka nagy részében látható a Rák csillagképben. A hajnali órákban nyugszik. Fényessége -0^m2 , átmérője $20''$.

Uránusz, Neptunusz: Az Uránusz a hónap első felében még megkereshető este a Vízöntő csillagképben, de láthatósága gyorsan romlik. A Neptunusz a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 6-án kerül együttállásba a Nappal.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5'$

Naptár – március

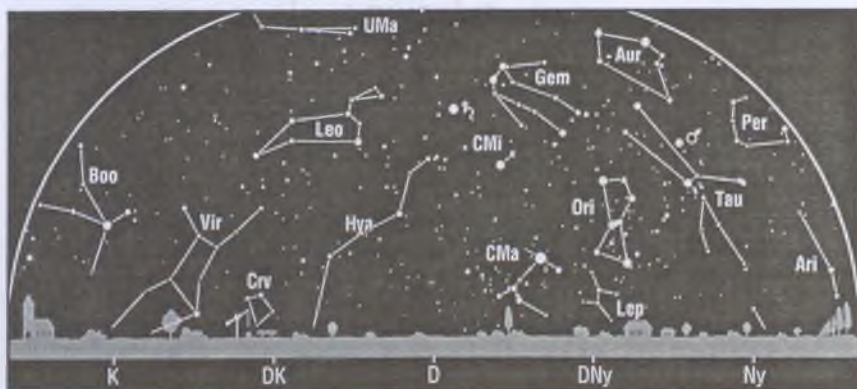
KÖZEI*

dátum	Nap					Hold				fázis
	kel	delel	nyugszik	h_d	E_t	kel	delel	nyugszik		
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m		h m
9. hét										
1. sz 60.	6 25	11 56	17 28	34.8	−12.5	7 09	13 14	19 37	●	
2. cs 61.	6 23	11 56	17 30	35.2	−12.3	7 26	14 05	21 01	●	
3. p 62.	6 21	11 56	17 31	35.5	−12.1	7 45	14 55	22 25	●	
4. sz 63.	6 19	11 56	17 33	35.9	−11.9	8 06	15 47	23 46	●	
5. v 64.	6 17	11 56	17 34	36.3	−11.6	8 32	16 41	—	●	
10. hét										
6. h 65.	6 15	11 55	17 36	36.7	−11.4	9 05	17 36	1 05	●	21 16
7. k 66.	6 14	11 55	17 37	37.1	−11.2	9 48	18 31	2 16	●	
8. sz 67.	6 12	11 55	17 39	37.5	−10.9	10 41	19 25	3 16	●	
9. cs 68.	6 10	11 55	17 40	37.9	−10.7	11 43	20 17	4 03	●	
10. p 69.	6 08	11 54	17 42	38.3	−10.4	12 51	21 05	4 39	●	
11. sz 70.	6 06	11 54	17 43	38.6	−10.2	14 00	21 51	5 05	●	
12. v 71.	6 04	11 54	17 45	39.0	−9.9	15 09	22 34	5 26	●	
11. hét										
13. h 72.	6 02	11 54	17 46	39.4	−9.6	16 16	23 14	5 43	●	
14. k 73.	6 00	11 53	17 48	39.8	−9.4	17 22	23 53	5 57	●	
15. sz 74.	5 58	11 53	17 49	40.2	−9.1	18 28	—	6 11	●	0 35
16. cs 75.	5 56	11 53	17 51	40.6	−8.8	19 35	0 33	6 24	●	
17. p 76.	5 54	11 52	17 52	41.0	−8.5	20 44	1 12	6 38	●	
18. sz 77.	5 52	11 52	17 53	41.4	−8.2	21 55	1 54	6 54	●	
19. v 78.	5 50	11 52	17 55	41.8	−7.9	23 09	2 39	7 13	●	
12. hét										
20. h 79.	5 48	11 52	17 56	42.2	−7.7	—	3 27	7 38	●	
21. k 80.	5 46	11 51	17 58	42.6	−7.4	0 23	4 20	8 12	●	
22. sz 81.	5 44	11 51	17 59	43.0	−7.1	1 34	5 17	8 59	●	20 11
23. cs 82.	5 42	11 51	18 01	43.4	−6.8	2 35	6 17	10 01	●	
24. p 83.	5 40	11 50	18 02	43.8	−6.5	3 24	7 18	11 17	●	
25. sz 84.	5 38	11 50	18 03	44.2	−6.2	4 02	8 17	12 41	●	
26. v 85.	5*36	11*50	18*05	44.5	−5.9	4*30	9*13	14*09	●	
13. hét										
27. h 86.	5*34	11*49	18*06	45.0	−5.6	4*52	10*07	15*36	●	
28. k 87.	5*32	11*49	18*08	45.3	−5.3	5*11	10*59	17*03	●	
29. sz 88.	5*29	11*49	18*09	45.7	−5.0	5*29	11*49	18*28	●	11*15
30. cs 89.	5*27	11*49	18*10	46.1	−4.7	5*47	12*40	19*53	●	
31. p 90.	5*25	11*48	18*12	46.5	−4.4	6*07	13*33	21*18	●	

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

március

nap	Julián dátum 12 ^h UT	ϑ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 453 796	10 34 38	Albin, <i>Dávid</i>
2.	2 453 797	10 38 34	Lujza, <i>Henriett, Henrietta, Henrik, Károly</i>
3.	2 453 798	10 42 31	Kornélia, <i>Frígyes, Irma, Kamilla, Oszkár</i>
4.	2 453 799	10 46 28	Kázmér, <i>Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Zorán</i>
5.	2 453 800	10 50 24	Adorján, <i>Adrián, Adriána, Adrienn, Olivér, Olívia</i>
6.	2 453 801	10 54 21	Leonóra, <i>Inez, Ágnes, Elvira</i>
7.	2 453 802	10 58 17	Tamás
8.	2 453 803	11 02 14	Zoltán, <i>Apollónia, Beáta, János</i>
9.	2 453 804	11 06 10	Franciska, <i>Fanni, Gergely, György, Katalin, Rebeka</i>
10.	2 453 805	11 10 07	Ildikó, <i>Anasztázia, Ede, Emil, Kamilla, Kolos, Melitta</i>
11.	2 453 806	11 14 03	Szilárd, <i>Aladár, Borsika, Terézia, Tímea</i>
12.	2 453 807	11 18 00	Gergely, <i>Gergő, György</i>
13.	2 453 808	11 21 57	Krisztián, <i>Ajtony, Arabella, Ida, Rozina, Zoltán</i>
14.	2 453 809	11 25 53	Matild
15.	2 453 810	11 29 50	Nemzeti ünnep; <i>Kristóf, Krisztofer, Lujza, Lukrécia</i>
16.	2 453 811	11 33 46	Henrietta, <i>Ábris, Bálint, Henrik, Valentin</i>
17.	2 453 812	11 37 43	Gertrúd, <i>Patrik, József</i>
18.	2 453 813	11 41 39	Sándor, <i>Ede, Alexa, Alexander, Alexandra, Nárcisz</i>
19.	2 453 814	11 45 36	József, <i>Bánk</i>
20.	2 453 815	11 49 32	Klaudia, <i>Alexa, Alexandra, Irma</i>
21.	2 453 816	11 53 29	Benedek, <i>Bence, Gergely, Gergő, Miklós, Nikolett</i>
22.	2 453 817	11 57 26	Beáta, <i>Izolda, Csilla, Katalin, Lea, Lia</i>
23.	2 453 818	12 01 22	Emőke, <i>Ottó</i>
24.	2 453 819	12 05 19	Gábor, <i>Karina, Ella, Gabriella, Katalin</i>
25.	2 453 820	12 09 15	Irén, <i>Írisz, Irina, Kristóf, Lúcia, Mária</i>
26.	2 453 821	12 13 12	Emánuel, <i>Dusán, Leonóra</i>
27.	2 453 822	12 17 08	Hajnalka, <i>Auguszt, Augusztina, János, Lídia</i>
28.	2 453 823	12 21 05	Gedeon, <i>Johanna, Hanna, János, Maja</i>
29.	2 453 824	12 25 01	Auguszt, <i>Augusztina</i>
30.	2 453 825	12 28 58	Zalán
31.	2 453 826	12 32 55	Árpád, <i>Ákos, Benjámin, Johanna, Kornélia</i>



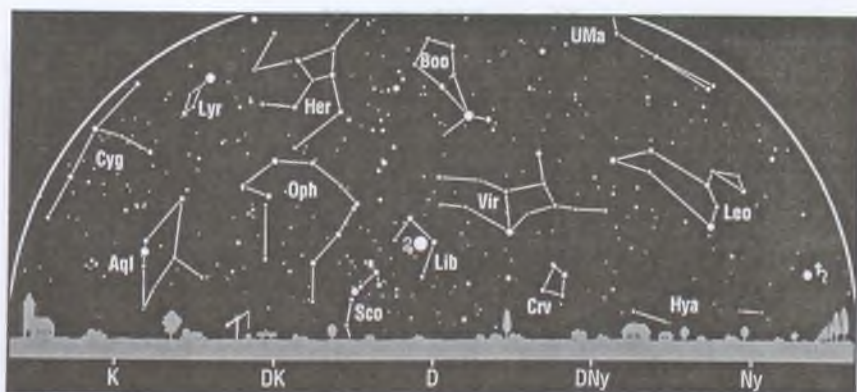
Az esti égbolt

Hold 14-ig és 30-tól, Merkúr 6-ig, Mars, Szaturnusz. Virginidák meteorraj.

Kettőscsillagok: σ Ori, α CVn, ζ UMa. **Nyílthalmazok:** η és χ Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem), M50 (Mon), M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). **Gömbhalmazok:** M3 (CVn). **Gázködök:** M1 (Rák-köd, Tau), M42–43 (Orion-köd, Ori). **Galaxisok:** M81–82 (UMa), M106 (CVn), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

Csillagászati események

1. 03^h A Merkúr 3^o3-kal északra a Holdtól.
1. 12^h Az Uránusz együttállásban a Nappal.
6. 08^h A Mars 2^o9-kal délre a Holdtól.
6. 21^h Első negyed.
10. 19^h A Szaturnusz 3^o8-kal délre a Holdtól.
12. 04^h A Merkúr alsó együttállásban.
15. 01^h Telehold, félárnyékos holdfogyatkozás, hazánkból is látható.
19. 15^h A Jupiter 4^o9-kal északra a Holdtól.
20. 19^h 26^m Napéjegyenlőség.
22. 20^h Utolsó negyed.
25. 08^h A Vénusz legnagyobb nyugati kitérésben (47^o).
26. 00^h A Vénusz 5^o4-kal északra a Holdtól.
26. 02^h A Neptunusz 3^o5-kal északra a Holdtól.
26. 22^h A Vénusz 1^o8-kal északra a Neptunusztól.
27. 16^h Az Uránusz 1^o2-kal északra a Holdtól.
27. 18^h A Merkúr 2^o0-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
29. 11^h Újhold, teljes napfogyatkozás, hazánkból részleges fogyatkozásként látható.



A hajnali égbolt

Hold 14-től 28-ig, Merkúr 19-től, Vénusz, Jupiter.

A bolygók

Merkúr: Helyzete megfigyelésre nem kedvező. A hó első napjaiban este a nyugati látóhatár közelében, a hó végén a hajnali szürkületben a keleti látóhatáron kereshető. 12-én alsó együttállásban van a Nappal.

Vénusz: Hajnalban a délkeleti égbolt feltűnő égitestje. A hó elején két órával, végén másfél órával kel a Nap előtt. Fényessége -4^m5 -ről -4^m2 -ra csökken; fázisa 0.3-ról 0.5-re növekszik. 25-én van legnagyobb nyugati kitérésben, 47° -ra a Naptól.

Mars: Az éjszaka első felében látható a Bika csillagképben. Éjfél után nyugszik. Fényessége 1^m0 , átmérője $6''3$, mindkettő csökken.

Jupiter: Éjfél előtt kel. Az éjszaka második felében látható a Mérleg csillagképben. Fényessége -2^m3 , átmérője $41''$.

Szaturnusz: Az éjszaka nagy részében látható a Rák csillagképben. A kora hajnali órákban nyugszik. Fényessége 0^m0 , átmérője $20''$.

Uránusz, Neptunusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhetők meg. Az Uránusz 1-jén kerül együttállásba a Nappal.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5'$

Naptár – április

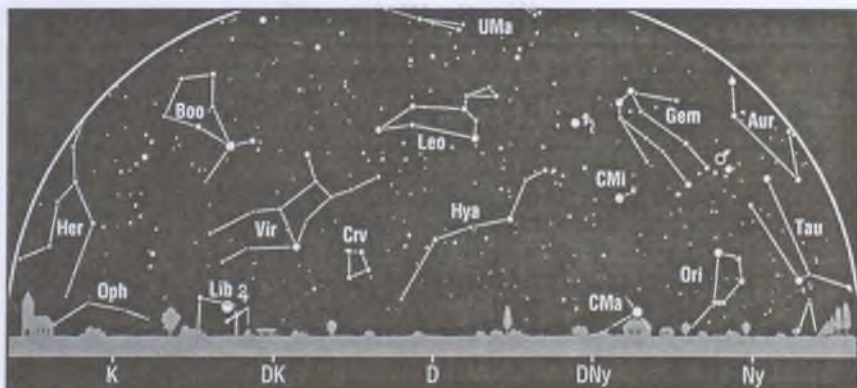
KÖZEI*

dátum	Nap					Hold				
	kel, h	delel, m	nyugszik, h m	h_d °	E_t m	kel, h	delel, m	nyugszik, h m	fázis	h m
13. hét										
1. sz 91.	5*23	11*48	18*13	46.9	-4.1	6*31	14*27	22*41	●	
2. v 92.	5*21	11*48	18*15	47.3	-3.8	7*01	15*23	23*59	●	
14. hét										
3. h 93.	5*19	11*47	18*16	47.7	-3.5	7*41	16*20	—	●	
4. k 94.	5*17	11*47	18*18	48.0	-3.2	8*31	17*17	1*06	●	
5. sz 95.	5*15	11*47	18*19	48.4	-2.9	9*32	18*11	1*59	●	13*01
6. cs 96.	5*13	11*46	18*20	48.8	-2.6	10*39	19*01	2*39	●	
7. p 97.	5*12	11*46	18*22	49.2	-2.3	11*48	19*48	3*09	○	
8. sz 98.	5*10	11*46	18*23	49.6	-2.0	12*58	20*31	3*32	○	
9. v 99.	5*08	11*46	18*25	49.9	-1.8	14*05	21*13	3*50	○	
15. hét										
10. h 100.	5*06	11*45	18*26	50.3	-1.5	15*12	21*52	4*05	○	
11. k 101.	5*04	11*45	18*27	50.7	-1.2	16*18	22*31	4*19	○	
12. sz 102.	5*02	11*45	18*29	51.1	-0.9	17*24	23*11	4*32	○	
13. cs 103.	5*00	11*45	18*30	51.4	-0.7	18*33	23*53	4*45	○	17*40
14. p 104.	4*58	11*44	18*32	51.8	-0.4	19*44	—	5*01	○	
15. sz 105.	4*56	11*44	18*33	52.1	-0.2	20*58	0*37	5*19	○	
16. v 106.	4*54	11*44	18*34	52.5	+0.1	22*13	1*24	5*42	○	
16. hét										
17. h 107.	4*52	11*44	18*36	52.8	+0.3	23*25	2*16	6*13	○	
18. k 108.	4*50	11*43	18*37	53.2	+0.5	—	3*12	6*56	○	
19. sz 109.	4*49	11*43	18*39	53.5	+0.8	0*30	4*11	7*53	○	
20. cs 110.	4*47	11*43	18*40	53.9	+1.0	1*22	5*10	9*03	○	
21. p 111.	4*45	11*43	18*41	54.2	+1.2	2*02	6*08	10*23	●	4*28
22. sz 112.	4*43	11*43	18*43	54.6	+1.4	2*32	7*04	11*47	●	
23. v 113.	4*41	11*42	18*44	54.9	+1.6	2*55	7*57	13*12	●	
17. hét										
24. h 114.	4*40	11*42	18*46	55.2	+1.8	3*14	8*47	14*35	●	
25. k 115.	4*38	11*42	18*47	55.6	+1.9	3*32	9*37	15*58	●	
26. sz 116.	4*36	11*42	18*48	55.9	+2.1	3*49	10*27	17*22	●	
27. cs 117.	4*34	11*42	18*50	56.2	+2.3	4*08	11*18	18*47	●	20*44
28. p 118.	4*33	11*42	18*51	56.5	+2.4	4*30	12*11	20*11	●	
29. sz 119.	4*31	11*41	18*53	56.8	+2.6	4*57	13*07	21*33	●	
30. v 120.	4*29	11*41	18*54	57.2	+2.7	5*33	14*05	22*47	●	

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

április

nap	Julián dátum 12 ^h UT	ϑ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 453 827	12 36 51	Hugó, <i>Pál</i>
2.	2 453 828	12 40 48	Áron, <i>Ferenc, Mária, Tünde</i>
3.	2 453 829	12 44 44	Buda, Richárd, <i>Irén, Irina</i>
4.	2 453 830	12 48 41	Izidor
5.	2 453 831	12 52 37	Vince, <i>Irén, Irina, Julianna, Teodóra</i>
6.	2 453 832	12 56 34	Vilmos, Bíborka, <i>Dénes</i>
7.	2 453 833	13 00 30	Herman, <i>Armand, Armin, Árpád, József, Mária</i>
8.	2 453 834	13 04 27	Dénes, <i>Júlia, Valter</i>
9.	2 453 835	13 08 24	Erhard, <i>Dusán, Vince</i>
10.	2 453 836	13 12 20	Zsolt
11.	2 453 837	13 16 17	Leó, Szaniszló, <i>Ariel, Glória, Leona</i>
12.	2 453 838	13 20 13	Gyula, <i>Csaba, Csanád, Szilárd</i>
13.	2 453 839	13 24 10	Ida, <i>Hermína, Martin, Márton</i>
14.	2 453 840	13 28 06	Tibor, <i>Benedek, Gusztáv, Lídia</i>
15.	2 453 841	13 32 03	Anasztázia, Tas
16.	2 453 842	13 35 59	Húsvét; Csongor, <i>Benedek, Bernadett, Enikő, József</i>
17.	2 453 843	13 39 56	Húsvét; Rudolf, <i>Anasztázia, Csongor, Klára, Rezső</i>
18.	2 453 844	13 43 53	Andrea, Ilma, <i>Aladár, Hermína</i>
19.	2 453 845	13 47 49	Emma, <i>Malvin</i>
20.	2 453 846	13 51 46	Tivadar, <i>Aladár, Odett, Tihamér</i>
21.	2 453 847	13 55 42	Konrád, <i>Zsombor</i>
22.	2 453 848	13 59 39	Csilla, Noémi
23.	2 453 849	14 03 35	Béla, <i>Albert, Gellért, György, Ilona, Sándor</i>
24.	2 453 850	14 07 32	György, <i>Csaba, Debóra, Györgyi, Hunor, Melitta, Simon</i>
25.	2 453 851	14 11 28	Márk, <i>Ervin</i>
26.	2 453 852	14 15 25	Ervin, <i>Marcell, Mária, Tihamér</i>
27.	2 453 853	14 19 22	Zita, <i>Mariann, Marianna, Péter</i>
28.	2 453 854	14 23 18	Valéria, Dorisz, <i>Pál, Patrícia, Patrik, Teodóra</i>
29.	2 453 855	14 27 15	Péter, <i>Antónia, Kata, Katalin, Róbert, Roberta, Tihamér</i>
30.	2 453 856	14 31 11	Katalin, <i>Kitti, Hilda, Ildikó, Mariann, Tivadar, Zsófia</i>



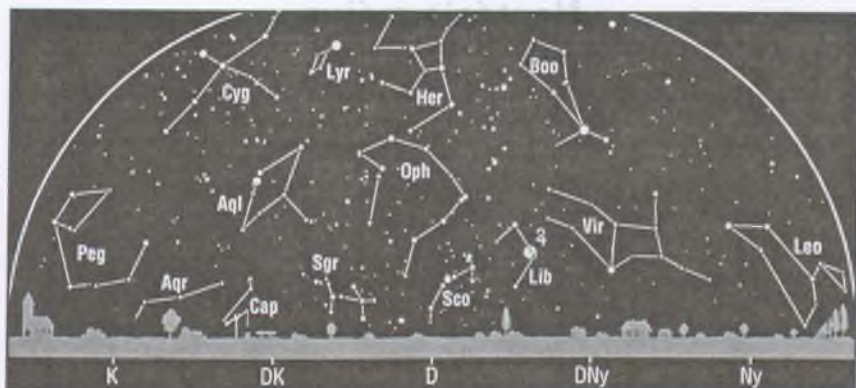
Az esti égbolt

Hold 13-ig és 28-tól, Mars, Jupiter késő este, Szaturnusz.

Kettőscsillagok: α CVn, ζ UMa. *Nyílthalmazok:* M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem), M50 (Mon), M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). *Gömbhalmazok:* M3 (CVn), M13 (Her), M92 (Her). *Galaxisok:* M81–82 (UMa), M106 (CVn), M49 (Vir), M87 (Vir), M104 (Sombbrero-galaxis, Vir), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

Csillagászati események

3. 21^h* A Mars 3°5'-kal délre a Holdtól.
5. 13^h* Első negyed.
7. 00^h* A Szaturnusz 3°8'-kal délre a Holdtól.
8. 20^h* A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (28").
13. 18^h* Telehold.
15. 16^h* A Jupiter 4°8'-kal északra a Holdtól.
18. 13^h* A Vénusz 0°3'-kal északra az Uránusztól.
21. 04^h* Utolsó negyed.
22. 10^h* A Neptunusz 3°4'-kal északra a Holdtól.
24. 03^h* Az Uránusz 1°0'-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
24. 15^h* A Vénusz 0°3'-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
26. 09^h* A Merkúr 3°5'-kal délre a Holdtól.
27. 21^h* Újhold.



A hajnali égbolt

Hold 13-tól 26-ig, Merkúr, Vénusz, Jupiter, Neptunusz. Áprilisi Lyridák meteororaj.

A bolygók

Merkúr: 8-án van legnagyobb nyugati kitérésben, $28''$ -ra a Naptól. Helyzete azonban megfigyelésre nem alkalmas, mindössze fél órával kel a Nap előtt.

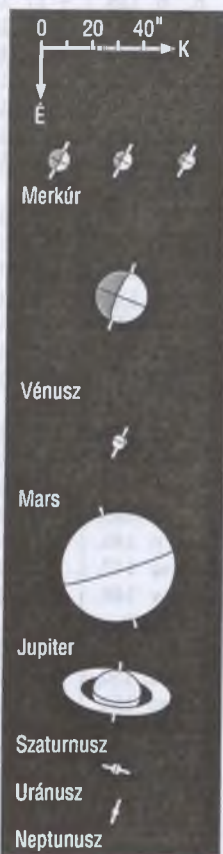
Vénusz: Hajnalban látszik a keleti égen. Másfél órával kel a Nap előtt. Fényessége -4^m2 -ről -4^m0 -ra csökken; fázisa 0.5-ről 0.7-re növekszik.

Mars: Az éjszaka első felében látható a Bika, majd az Ikrek csillagképben. Éjfél körül nyugszik. Fényessége 1^m3 , átmérője $5''.3$, mindkettő csökken.

Jupiter: Késő este kel. Az éjszaka nagy részében megfigyelhető a Mérleg csillagképben. Fényessége -2^m5 , átmérője $44''$.

Szaturnusz: Az éjszaka első felében látható a Rák csillagképben. Éjfél után nyugszik. Fényessége 0^m2 , átmérője $19''$.

Uránusz, Neptunusz: A Neptunusz egész hónapban, az Uránusz a hó második felében már megkereshető a hajnali szürkület kezdete előtt. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben jár.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5'$

Naptár – május

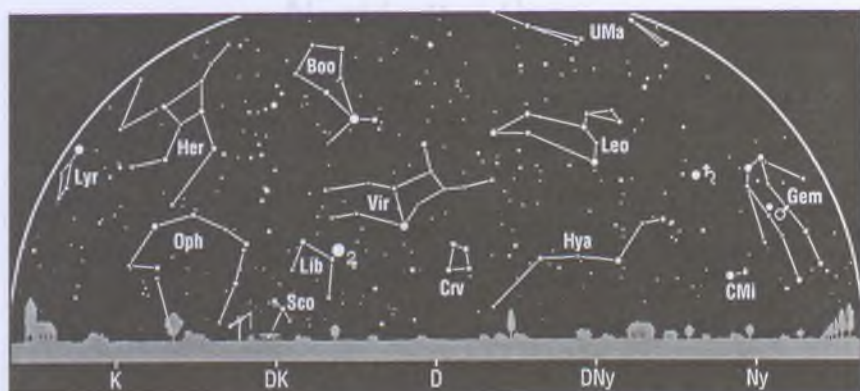
KÖZEI*

dátum	Nap					Hold				fázis h m
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m		
18. hét										
1. h 121.	4*28	11*41	18*55	57.5	+2.8	6*19	15*04	23*48	☉	
2. k 122.	4*26	11*41	18*57	57.8	+3.0	7*17	16*00	—	☾	
3. sz 123.	4*25	11*41	18*58	58.1	+3.1	8*23	16*53	0*35	☾	
4. cs 124.	4*23	11*41	19*00	58.3	+3.2	9*34	17*42	1*10	☾	
5. p 125.	4*21	11*41	19*01	58.6	+3.3	10*44	18*27	1*35	☾	6*13
6. sz 126.	4*20	11*41	19*02	58.9	+3.3	11*52	19*09	1*55	☾	
7. v 127.	4*18	11*41	19*04	59.2	+3.4	12*59	19*49	2*11	☾	
19. hét										
8. h 128.	4*17	11*41	19*05	59.5	+3.5	14*05	20*29	2*25	☾	
9. k 129.	4*15	11*40	19*06	59.8	+3.5	15*11	21*08	2*39	☾	
10. sz 130.	4*14	11*40	19*08	60.0	+3.6	16*19	21*49	2*52	☾	
11. cs 131.	4*13	11*40	19*09	60.3	+3.6	17*29	22*32	3*07	☾	
12. p 132.	4*11	11*40	19*10	60.5	+3.6	18*43	23*19	3*24	☾	
13. sz 133.	4*10	11*40	19*11	60.8	+3.7	19*59	—	3*46	☾	7*51
14. v 134.	4*09	11*40	19*13	61.0	+3.7	21*14	0*10	4*14	☾	
20. hét										
15. h 135.	4*07	11*40	19*14	61.3	+3.7	22*22	1*06	4*54	☾	
16. k 136.	4*06	11*40	19*15	61.5	+3.7	23*19	2*05	5*47	☾	
17. sz 137.	4*05	11*40	19*17	61.7	+3.6	—	3*05	6*54	☾	
18. cs 138.	4*04	11*40	19*18	62.0	+3.6	0*03	4*04	8*12	☾	
19. p 139.	4*03	11*40	19*19	62.2	+3.6	0*35	5*00	9*35	☾	
20. sz 140.	4*02	11*41	19*20	62.4	+3.5	1*00	5*53	10*58	☾	10*21
21. v 141.	4*00	11*41	19*21	62.6	+3.5	1*20	6*43	12*20	☾	
21. hét										
22. h 142.	3*59	11*41	19*23	62.8	+3.4	1*37	7*31	13*40	☾	
23. k 143.	3*58	11*41	19*24	63.0	+3.3	1*54	8*19	15*01	☾	
24. sz 144.	3*57	11*41	19*25	63.2	+3.2	2*12	9*08	16*22	☾	
25. cs 145.	3*57	11*41	19*26	63.4	+3.1	2*31	9*59	17*45	☾	
26. p 146.	3*56	11*41	19*27	63.6	+3.0	2*56	10*53	19*08	☾	
27. sz 147.	3*55	11*41	19*28	63.7	+2.9	3*27	11*50	20*26	☾	6*26
28. v 148.	3*54	11*41	19*29	63.9	+2.8	4*09	12*49	21*33	☾	
22. hét										
29. h 149.	3*53	11*41	19*30	64.1	+2.7	5*02	13*47	22*27	☾	
30. k 150.	3*52	11*42	19*31	64.2	+2.6	6*06	14*42	23*07	☾	
31. sz 151.	3*52	11*42	19*32	64.4	+2.4	7*16	15*33	23*36	☾	

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

május

nap	Julián dátum 12 ^h UT	ϑ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 453 857	14 35 08	A munka ünnepe; Fülöp, Jakab, <i>Benedek, Berta, József</i>
2.	2 453 858	14 39 04	Zsigmond, <i>Ráhel</i>
3.	2 453 859	14 43 01	Tímea, Irma, <i>Antónia, Jakab, Sándor, Viola, Zsaklin</i>
4.	2 453 860	14 46 57	Mónika, Flórián, <i>Amália, Antónia, László</i>
5.	2 453 861	14 50 54	Györgyi, <i>Erna, Irén, Irina, Judit, Viola</i>
6.	2 453 862	14 54 51	Ivett, Frida, <i>Ditta, Friderika, Ida, János, Judit, Tamara</i>
7.	2 453 863	14 58 47	Gizella, <i>Dalma</i>
8.	2 453 864	15 02 44	Mihály, Géza, Győző, Péter
9.	2 453 865	15 06 40	Gergely, <i>Édua, Gergő, György, Karola, Kristóf, Sarolta</i>
10.	2 453 866	15 10 37	Ármin, Pálma, <i>Antónia, Armand, Míra</i>
11.	2 453 867	15 14 33	Ferenc, <i>Jakab</i>
12.	2 453 868	15 18 30	Pongrác, <i>Dalma, Gyöngyi, Johanna, Viktor</i>
13.	2 453 869	15 22 26	Szervác, Imola, <i>Fatima, Gellért, Glória, Róbert, Roberta</i>
14.	2 453 870	15 26 23	Bonifác, <i>Aglája, Gyöngyi, Julianna</i>
15.	2 453 871	15 30 20	Zsófia, Szonja, <i>Döníz, Izóra, János</i>
16.	2 453 872	15 34 16	Mózes, Botond, <i>János, Simon</i>
17.	2 453 873	15 38 13	Paszkál, <i>Andor</i>
18.	2 453 874	15 42 09	Erik, Alexandra, <i>Erika, Kamilla, Klaudia, Szandra</i>
19.	2 453 875	15 46 06	Ivó, Milán
20.	2 453 876	15 50 02	Bernát, Felícia, <i>Hanna, Johanna</i>
21.	2 453 877	15 53 59	Konstantin, <i>András, Mirella</i>
22.	2 453 878	15 57 55	Júlia, Rita, <i>Emil, Julianna, Renáta</i>
23.	2 453 879	16 01 52	Dezső, <i>Renáta, Vilmos</i>
24.	2 453 880	16 05 49	Eszter, Eliza, <i>Mária, Simon, Szimonetta, Vince, Zsófia</i>
25.	2 453 881	16 09 45	Orbán, <i>Gergely, Gergő, György, Magdolna, Márk</i>
26.	2 453 882	16 13 42	Fülöp, Evelin, <i>Aladár, Gyöngyvér</i>
27.	2 453 883	16 17 38	Hella, <i>Ágoston, Gyula</i>
28.	2 453 884	16 21 35	Emil, Csanád, <i>Ágoston, Vilma, Vilmos</i>
29.	2 453 885	16 25 31	Magdolna, <i>Mária</i>
30.	2 453 886	16 29 28	Janka, Zsanett, <i>Dezső, Hanna, Johanna, Nándor</i>
31.	2 453 887	16 33 24	Angéla, Petronella, <i>Mária, Matild</i>



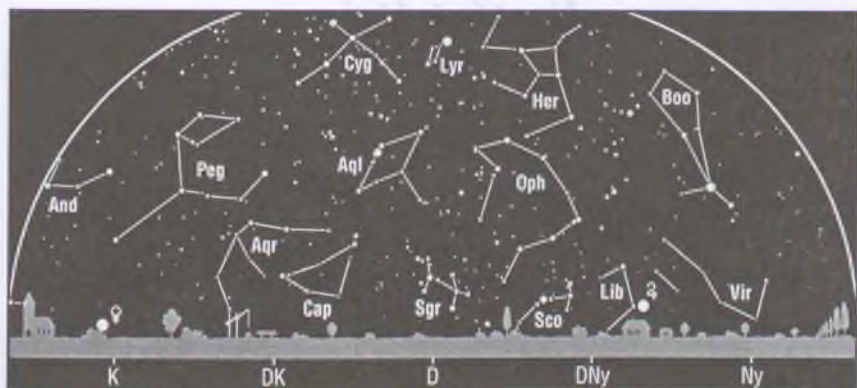
Az esti égbolt

Hold 13-ig és 28-tól, Merkúr 26-tól, Mars, Jupiter, Szaturnusz.

Kettőscillagok: α CVn, ζ UMa, ζ Lyr, β Lyr, ϑ Ser. *Nyúlthalmazok:* M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). *Gömbhalmazok:* M3 (CVn), M5 (Ser), M13 (Her), M92 (Her). *Gáz-ködök:* M57 (Gyűrűs-köd, Lyr). *Galaxisok:* M81–82 (UMa), M106 (CVn), M49 (Vir), M87 (Vir), M104 (Sombbrero-galaxis, Vir), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

Csillagászati események

2. 12^h* A Mars 3^o5'-kal délre a Holdtól.
4. 10^h* A Szaturnusz 3^o7'-kal délre a Holdtól.
4. 16^h* A Jupiter szembenállásban.
5. 06^h* Első negyed.
12. 17^h* A Jupiter 4^o6'-kal északra a Holdtól.
13. 08^h* Telehold.
18. 21^h* A Merkúr felső együttállásban.
19. 16^h* A Neptunusz 3^o3'-kal északra a Holdtól.
20. 10^h* Utolsó negyed.
21. 11^h* Az Uránusz 0^o8'-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
24. 09^h* A Vénusz 3^o9'-kal délre a Holdtól.
27. 06^h* Újhold.
31. 04^h* A Mars 3^o1'-kal délre a Holdtól.
31. 22^h* A Szaturnusz 3^o4'-kal délre a Holdtól.



A hajnali égbolt

Hold 13-tól 26-ig, Merkúr 11-ig, Vénusz, Jupiter kora hajnalban, Uránusz, Neptunusz. Éta Aquaridák meteorraj.

A bolygók

Merkúr: 18-án felső együttállásban van a Nappal. Ezután láthatósága gyorsan javul. A hónap végén már másfél órával nyugszik a Nap után.

Vénusz: Hajnalban látszik a keleti égen. Másfél órával kel a Nap előtt. Fényessége -4^m0-0^s -ról -3^m8-0^s -ra csökken; fázisa 0.7-ről 0.8-re növekszik.

Mars: Az esti órákban látható az Ikrek csillagképben. Éjfél előtt nyugszik. Fényessége 1^m6 , átmérője $4''.6$, mindkettő csökken.

Jupiter: Egész éjszaka megfigyelhető a Mérleg csillagképben. Napkelte körül nyugszik. 4-én kerül szembenállásba a Nappal. Fényessége -2^m5 , átmérője $45''$.

Szaturnusz: Az éjszaka első felében látható a Rák csillagképben. Éjfél körül nyugszik. Fényessége 0^m3 , átmérője $18''$.

Uránusz, Neptunusz: Éjfél után kelnek. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben látható a hajnali égen.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5'$

Naptár – június

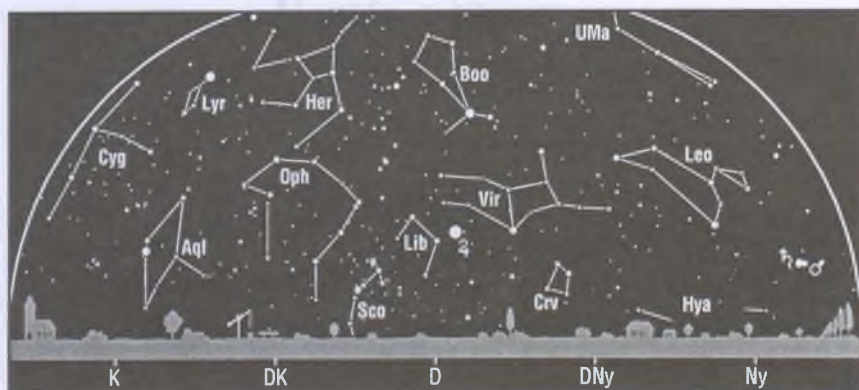
KÖZEI*

dátum	Nap			h_d °	E_t m	Hold			fázis h m
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m			kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
22. hét									
1. cs 152.	3*51	11*42	19*33	64.5	+2.3	8*27	16*21	23*58	☉
2. p 153.	3*50	11*42	19*34	64.6	+2.1	9*38	17*04	—	☾
3. sz 154.	3*50	11*42	19*35	64.8	+2.0	10*45	17*45	0*16	☾
4. v 155.	3*49	11*42	19*36	64.9	+1.8	11*51	18*25	0*31	☾ 0*06
23. hét									
5. h 156.	3*49	11*42	19*37	65.0	+1.6	12*57	19*04	0*44	☾
6. k 157.	3*48	11*43	19*37	65.1	+1.4	14*03	19*44	0*58	☾
7. sz 158.	3*48	11*43	19*38	65.2	+1.3	15*12	20*26	1*12	☾
8. cs 159.	3*48	11*43	19*39	65.3	+1.1	16*24	21*11	1*28	☾
9. p 160.	3*47	11*43	19*40	65.4	+0.9	17*39	22*00	1*48	☾
10. sz 161.	3*47	11*43	19*40	65.5	+0.7	18*56	22*55	2*13	☾
11. v 162.	3*47	11*44	19*41	65.6	+0.5	20*08	23*54	2*49	☾ 19*03
24. hét									
12. h 163.	3*47	11*44	19*41	65.6	+0.3	21*11	—	3*37	☾
13. k 164.	3*46	11*44	19*42	65.7	+0.1	22*00	0*55	4*41	☾
14. sz 165.	3*46	11*44	19*42	65.7	-0.1	22*37	1*56	5*58	☾
15. cs 166.	3*46	11*44	19*43	65.8	-0.3	23*04	2*54	7*22	☾
16. p 167.	3*46	11*45	19*43	65.8	-0.6	23*25	3*49	8*46	☾
17. sz 168.	3*46	11*45	19*44	65.9	-0.8	23*44	4*40	10*09	☾
18. v 169.	3*46	11*45	19*44	65.9	-1.0	—	5*29	11*29	☾ 15*08
25. hét									
19. h 170.	3*46	11*45	19*44	65.9	-1.2	0*00	6*16	12*49	☾
20. k 171.	3*46	11*46	19*45	65.9	-1.4	0*17	7*04	14*08	☾
21. sz 172.	3*47	11*46	19*45	65.9	-1.6	0*36	7*53	15*29	☾
22. cs 173.	3*47	11*46	19*45	65.9	-1.9	0*58	8*45	16*50	☾
23. p 174.	3*47	11*46	19*45	65.9	-2.1	1*26	9*40	18*08	☾
24. sz 175.	3*47	11*46	19*45	65.9	-2.3	2*03	10*37	19*19	☾
25. v 176.	3*48	11*47	19*45	65.9	-2.5	2*51	11*35	20*18	☾ 17*05
26. hét									
26. h 177.	3*48	11*47	19*45	65.9	-2.7	3*51	12*31	21*02	☾
27. k 178.	3*49	11*47	19*45	65.8	-2.9	4*59	13*24	21*36	☾
28. sz 179.	3*49	11*47	19*45	65.8	-3.1	6*11	14*14	22*01	☾
29. cs 180.	3*50	11*47	19*45	65.7	-3.3	7*22	14*59	22*20	☾
30. p 181.	3*50	11*48	19*45	65.7	-3.5	8*31	15*41	22*36	☾

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

június

nap	Julián dátum 12 ^h UT	ϑ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 453 888	16 37 21	Tünde, <i>Angéla, Hortenzia</i>
2.	2 453 889	16 41 18	Kármén, Anita, <i>Ábel, Csilla, Irma, Jenő, Kornél, Péter</i>
3.	2 453 890	16 45 14	Klótild, <i>Cecília, Kevin</i>
4.	2 453 891	16 49 11	Pünkösöd ; Bulcsú, <i>Fatima, Fatime, Ferenc</i>
5.	2 453 892	16 53 07	Pünkösöd ; Fatime, <i>Fatima, Nándor, Valéria</i>
6.	2 453 893	16 57 04	Norbert, Cintia, <i>Artemisz, Felícia, Klaudia, Kolos</i>
7.	2 453 894	17 01 00	Róbert
8.	2 453 895	17 04 57	Medárd, <i>Ágnes, Helga, Izabella, Vilmos</i>
9.	2 453 896	17 08 53	Félix, <i>Annamária, Diána, Előd</i>
10.	2 453 897	17 12 50	Margit, Gréta, <i>Diána, Gitta</i>
11.	2 453 898	17 16 47	Barnabás, <i>Etelka, Roxána</i>
12.	2 453 899	17 20 43	Villő, <i>Etelka, János</i>
13.	2 453 900	17 24 40	Antal, Anett
14.	2 453 901	17 28 36	Vazul
15.	2 453 902	17 32 33	Jolán, Vid, <i>Ábrahám, Bernát, Izolda, Viola, Violetta</i>
16.	2 453 903	17 36 29	Jusztin, <i>Ferenc, Jusstina, Péter</i>
17.	2 453 904	17 40 26	Laura, Alida, <i>Alinka, Terézia</i>
18.	2 453 905	17 44 22	Arnold, Levente, <i>Dolóresz, Márk</i>
19.	2 453 906	17 48 19	Gyárfás, <i>Hajnalka, Julianna, Liána, Mihály, Rómeó</i>
20.	2 453 907	17 52 16	Rafael, <i>Benigna, Koppány, Margit</i>
21.	2 453 908	17 56 12	Alajos, Leila, <i>Lejla, Lujza, Olga</i>
22.	2 453 909	18 00 09	Paulina, <i>Ákos, Kriszta, Krisztina, Tamás</i>
23.	2 453 910	18 04 05	Zoltán, <i>Édua</i>
24.	2 453 911	18 08 02	Iván, <i>Beáta, János, Levente</i>
25.	2 453 912	18 11 58	Vilmos, <i>Vilma, Viola, Violetta</i>
26.	2 453 913	18 15 55	János, Pál, <i>Dávid, Örs</i>
27.	2 453 914	18 19 51	László, <i>Olga</i>
28.	2 453 915	18 23 48	Levente, Irén, <i>Gyula, Irina, Laura, Marcella, Tivadar</i>
29.	2 453 916	18 27 45	Péter, Pál, <i>Aladár, Aliz, Beáta, Ditta, Emma, Petra</i>
30.	2 453 917	18 31 41	Pál, <i>Ditta, Judit</i>



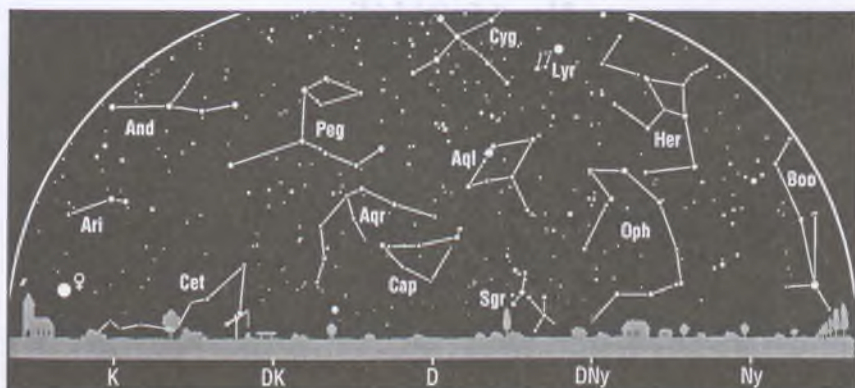
Az esti égbolt

Hold 11-ig és 26-tól, Merkúr, Mars, Jupiter, Szaturnusz.

Kettőscsillagok: α CVn, ζ UMa, ζ Lyr, β Lyr, θ Ser, β Cyg. **Nylthalmazok:** M11 (Sct). **Gömbhalmazok:** M3 (CVn), M5 (Ser), M13 (Her), M92 (Her). **Gázködök:** M16 (Ser), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr). **Galaxisok:** M81–82 (UMa), M106 (CVn), M49 (Vir), M87 (Vir), M104 (Sombbrero-galaxis, Vir), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

Csillagászati események

- 4. 00^h* Első negyed.
- 8. 20^h* A Jupiter 4^o.4-kal északra a Holdtól.
- 11. 19^h* Telehold.
- 15. 22^h* A Neptunusz 3^o.1-kal északra a Holdtól.
- 16. 18^h* A Plútó szembenállásban.
- 17. 18^h* Az Uránusz 0^o.6-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkban nem látható).
- 18. 00^h* A Mars 0^o.6-kal északra a Szaturnusztól.
- 18. 15^h* Utolsó negyed.
- 20. 21^h* A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (25^o).
- 21. 13^h* 26^m Napforduló.
- 25. 17^h* Újhold.
- 27. 15^h* A Merkúr 5^o.0-kal délre a Holdtól.
- 28. 12^h* A Szaturnusz 3^o.0-kal délre a Holdtól.
- 28. 22^h* A Mars 2^o.2-kal délre a Holdtól.



A hajnali égbolt

Hold 11-től 24-ig, Vénusz, Uránusz, Neptunusz.

A bolygók

Merkúr: Este figyelhető meg az északnyugati látóhatár fölött. 20-án van legnagyobb keleti kitérésben, 25° -ra a Naptól. Ekor másfél órával nyugszik a Nap után.

Vénusz: Hajnalban látszik a keleti égen. A hó elején másfél órával, végén két órával kel a Nap előtt. Fényessége -3^m8 -ról -3^m7 -ra csökken; fázisa 0,8, növekvő.

Mars: Az esti órákban látható a Rák csillagképben. Késő este nyugszik. Fényessége 1^m7 , átmérője $4''.1$, mindkettő csökken.

Jupiter: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Mérleg csillagképben. Éjfél után nyugszik. Fényessége -2^m4 , átmérője $43''$.

Szturnusz: Az esti órákban látható a Rák csillagképben. Késő este nyugszik. Fényessége 0^m4 , átmérője $17''$.

Uránusz, Neptunusz: Késő éjjel kelnek, és az éjszaka második felében figyelhetők meg. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben látható.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5'$

Naptár – július

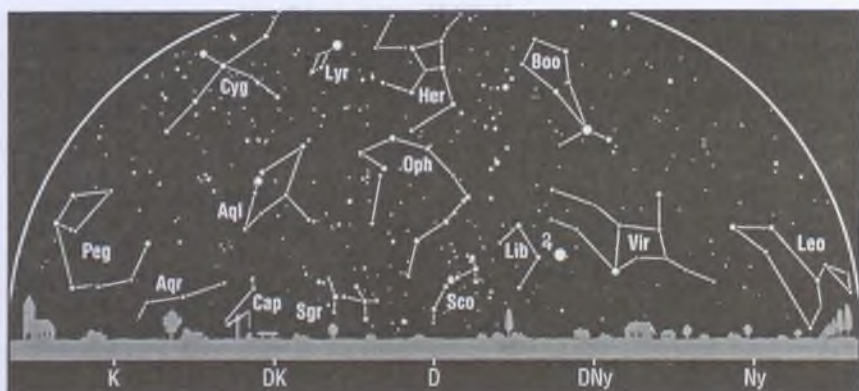
KÖZEI*

dátum	Nap			h_d °	E_t m	Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m			kel h m	delel h m	nyugszik h m	
26. hét									
1. sz 182.	3*51	11*48	19*45	65.6	-3.7	9*38	16*21	22*50	☉
2. v 183.	3*51	11*48	19*45	65.6	-3.9	10*43	17*00	23*03	☉
27. hét									
3. h 184.	3*52	11*48	19*44	65.5	-4.1	11*49	17*39	23*17	☉ 17*37
4. k 185.	3*53	11*48	19*44	65.4	-4.3	12*56	18*19	23*32	☉
5. sz 186.	3*53	11*49	19*44	65.3	-4.5	14*05	19*02	23*49	☉
6. cs 187.	3*54	11*49	19*43	65.2	-4.7	15*18	19*49	—	☉
7. p 188.	3*55	11*49	19*43	65.1	-4.8	16*34	20*41	0*12	☉
8. sz 189.	3*56	11*49	19*42	65.0	-5.0	17*48	21*38	0*42	☉
9. v 190.	3*56	11*49	19*42	64.9	-5.1	18*56	22*39	1*25	☉
28. hét									
10. h 191.	3*57	11*49	19*41	64.8	-5.3	19*52	23*42	2*23	☉
11. k 192.	3*58	11*49	19*40	64.6	-5.4	20*34	—	3*36	☉ 4*02
12. sz 193.	3*59	11*50	19*40	64.5	-5.6	21*06	0*43	5*00	☉
13. cs 194.	4*00	11*50	19*39	64.4	-5.7	21*29	1*41	6*27	☉
14. p 195.	4*01	11*50	19*38	64.2	-5.8	21*49	2*34	7*53	☉
15. sz 196.	4*02	11*50	19*37	64.1	-5.9	22*06	3*25	9*16	☉
16. v 197.	4*03	11*50	19*37	63.9	-6.0	22*23	4*14	10*37	☉
29. hét									
17. h 198.	4*04	11*50	19*36	63.8	-6.1	22*41	5*02	11*58	☉ 20*13
18. k 199.	4*05	11*50	19*35	63.6	-6.2	23*02	5*51	13*18	☉
19. sz 200.	4*06	11*50	19*34	63.4	-6.3	23*28	6*41	14*39	☉
20. cs 201.	4*07	11*50	19*33	63.2	-6.3	—	7*35	15*57	☉
21. p 202.	4*08	11*50	19*32	63.0	-6.4	0*01	8*30	17*10	☉
22. sz 203.	4*09	11*50	19*31	62.8	-6.4	0*45	9*27	18*11	☉
23. v 204.	4*10	11*50	19*30	62.6	-6.5	1*40	10*23	19*00	☉
30. hét									
24. h 205.	4*12	11*51	19*29	62.4	-6.5	2*46	11*17	19*37	☉
25. k 206.	4*13	11*51	19*27	62.2	-6.5	3*56	12*08	20*04	☉ 5*31
26. sz 207.	4*14	11*51	19*26	62.0	-6.5	5*08	12*54	20*25	☉
27. cs 208.	4*15	11*51	19*25	61.8	-6.5	6*18	13*37	20*42	☉
28. p 209.	4*16	11*51	19*24	61.6	-6.5	7*25	14*18	20*56	☉
29. sz 210.	4*18	11*50	19*23	61.3	-6.5	8*31	14*57	21*09	☉
30. v 211.	4*19	11*50	19*21	61.1	-6.5	9*36	15*36	21*22	☉
31. hét									
31. h 212.	4*20	11*50	19*20	60.9	-6.4	10*42	16*15	21*36	☉

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

július

nap	Julián dátum 12 ^h UT	ϑ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 453 918	18 35 38	Tihamér, Annamária, Áron, Előd, Gyula, Olivér
2.	2 453 919	18 39 34	Ottó, Jenő, Mária
3.	2 453 920	18 43 31	Kornél, Soma, Bernát, Napsugár, Tamás
4.	2 453 921	18 47 27	Ulrik, Berta, Betti, Illés, Izabella, Rajmund, Ramón
5.	2 453 922	18 51 24	Emese, Sarolta, Antal, Vilmos
6.	2 453 923	18 55 20	Csaba, Dominika, Mária, Tamás
7.	2 453 924	18 59 17	Apollónia, Apolka, Donát
8.	2 453 925	19 03 14	Ellák, Eszter, Izabella, Jenő, Liza, Terézia, Zsóka
9.	2 453 926	19 07 10	Lukrécia, Koppány, Margit, Vera, Veronika
10.	2 453 927	19 11 07	Amália, Alma
11.	2 453 928	19 15 03	Nóra, Lili, Eleonóra, Helga, Lilla, Nelli, Olga, Olivér
12.	2 453 929	19 19 00	Izabella, Dalma, Eleonóra, Ernő, János, Leonóra, Nóra
13.	2 453 930	19 22 56	Jenő, Ernő, Henrietta, Henrik, Jakab, Sára, Sarolta
14.	2 453 931	19 26 53	Örs, Stella, Esztella, Ferenc, Zalán
15.	2 453 932	19 30 49	Henrik, Roland, Leonóra, Loránd, Lóránt, Stella
16.	2 453 933	19 34 46	Valter, Aténé, Kármén, Mária
17.	2 453 934	19 38 43	Endre, Elek, Magda, Magdolna, Róbert, Szabolcs
18.	2 453 935	19 42 39	Frigyes, Arnold, Hedvig, Kamilla, Milán
19.	2 453 936	19 46 36	Emília, Alfréd, Ambrus, Aranka, Aurélia, Stella, Vince
20.	2 453 937	19 50 32	Illés, Margaréta, Margit, Marina
21.	2 453 938	19 54 29	Dániel, Daniella, Angéla, Angelina, Júlia, Lőrinc
22.	2 453 939	19 58 25	Magdolna, Léna, Lenke, Magda, Magdaléna, Mária
23.	2 453 940	20 02 22	Lenke, Brigitta
24.	2 453 941	20 06 18	Kinga, Kincsó, Bernát, Csenge, Kriszta, Krisztina, Lujza
25.	2 453 942	20 10 15	Kristóf, Jakab, Krisztofer, Valentin, Valentina, Zsaklin
26.	2 453 943	20 14 12	Anna, Anikó, Anett, Anilla, Anita, Panna
27.	2 453 944	20 18 08	Olga, Liliána, György, Kamilla, Krisztián, Natália
28.	2 453 945	20 22 05	Szabolcs, Botond, Győző, Szeréna, Viktor
29.	2 453 946	20 26 01	Márta, Flóra, Bea, Beatrix, Virág
30.	2 453 947	20 29 58	Judit, Xénia, Julietta
31.	2 453 948	20 33 54	Oszkár, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Ignác, Ilona, Léna



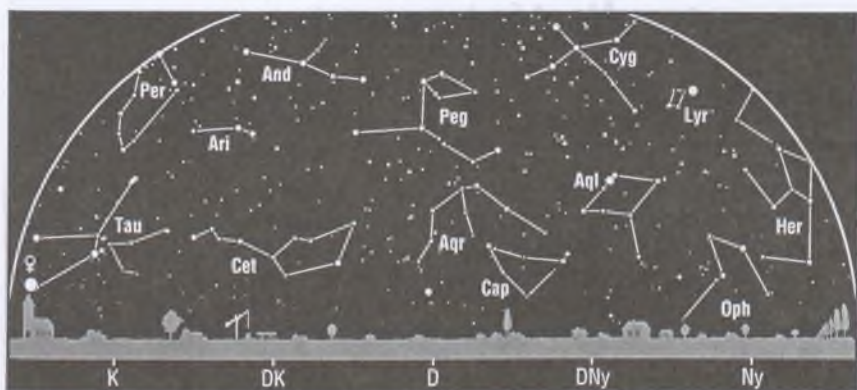
Az esti égbolt

Hold 11-ig és 26-tól, Merkúr 11-ig, Mars kora este, Jupiter, Szaturnusz a hó elején szürkületben.

Kéttőscsillagok: α CVn, ζ UMa, ζ Lyr, β Lyr, ϑ Ser, β Cyg, γ Del. **Nyílthalmazok:** M11 (Sct). **Gömbthalmazok:** M3 (CVn), M5 (Ser), M13 (Her), M92 (Her), M22 (Sgr). **Gázködök:** M16 (Ser), M17 (Omega-köd, Sgr), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). **Galaxisok:** M81–82 (UMa), M106 (CVn), M49 (Vir), M87 (Vir), M104 (Sombrero-galaxis, Vir), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

Csillagászati események

1. 21^h* A Pallas szembenállásban.
3. 18^h* Első negyed.
4. 00^h* A Föld naptávolban.
6. 03^h* A Jupiter 4°4'-kal északra a Holdtól.
11. 04^h* Telehold.
13. 05^h* A Neptunusz 3°0'-kal északra a Holdtól.
15. 00^h* Az Uránusz 0°4'-kal északra a Holdtól, fedés (házánkból nem látható).
17. 20^h* Utolsó negyed.
18. 08^h* A Merkúr alsó együttállásban.
23. 01^h* A Vénusz 5°6'-kal délre a Holdtól.
25. 06^h* Újhold.
26. 04^h* A Szaturnusz 2°7'-kal délre a Holdtól.
27. 19^h* A Mars 1°0'-kal délre a Holdtól, fedés, házánkból is látható.



A hajnali égbolt

Hold 11-től 24-ig, Merkúr 26-tól, Vénusz, Uránusz, Neptunusz.

A bolygók

Merkúr: Helyzete megfigyelésre nem kedvező. A hó elején az esti szürkületben a nyugati látóhatár közelében, a hó utolsó napjaiban hajnalban a keleti látóhatáron kereshető. 18-án alsó együttállásban van a Nappal.

Vénusz: Hajnalban az északkeleti égbolt feltűnő égitestje. Két órával kel a Nap előtt. Fényessége -3^m7 ; fázisa 0.9, növekvő.

Mars: Az esti szürkületben még megkereshető a nyugati látóhatár fölött. A hó elején két órával, a végén egy órával nyugszik a Nap után. Fényessége 1^m8 , átmérője $3''.9$.

Jupiter: Az esti órákban látható a Mérleg csillagképben. Éjfél körül nyugszik. Fényessége -2^m2 , átmérője $39''$.

Szaturnusz: A hó elején még megkereshető napnyugta után a nyugati látóhatár közelében, de láthatósága gyorsan romlik. A hó elején másfél órával, a végén már csak negyed órával nyugszik a Nap után. Fényessége 0^m4 , átmérője $16''$.

Uránusz, Neptunusz: Késő este kelnek, és az éjszaka nagy részében megfigyelhetők. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben jár.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ.5$

Naptár – augusztus

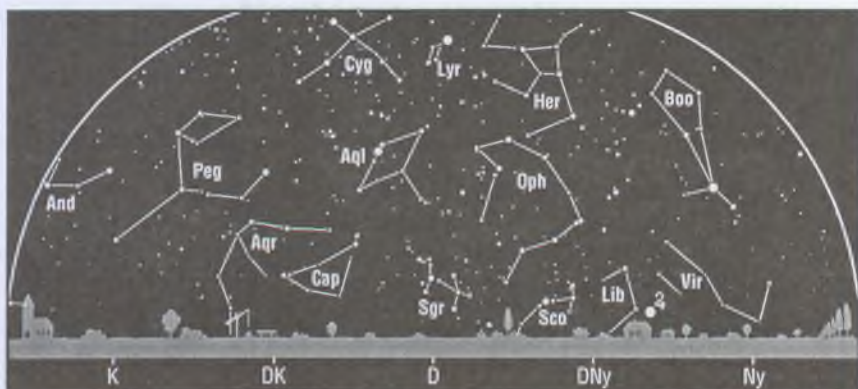
KÖZEI*

dátum	Nap				h_d °	E_t m	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik				kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m				h m	h m	h m	
31. hét										
1. k 213.	4*21	11*50	19*18	60.6	−6.4		11*50	16*56	21*52	☉
2. sz 214.	4*23	11*50	19*17	60.4	−6.3		13*00	17*41	22*12	☉ 9*46
3. cs 215.	4*24	11*50	19*16	60.1	−6.2		14*13	18*29	22*38	☉
4. p 216.	4*25	11*50	19*14	59.8	−6.2		15*27	19*23	23*14	☉
5. sz 217.	4*26	11*50	19*13	59.6	−6.1		16*38	20*21	—	☉
6. v 218.	4*28	11*50	19*11	59.3	−6.0		17*39	21*23	0*03	☉
32. hét										
7. h 219.	4*29	11*50	19*10	59.0	−5.8		18*27	22*25	1*09	☉
8. k 220.	4*30	11*50	19*08	58.7	−5.7		19*03	23*25	2*29	☉
9. sz 221.	4*32	11*50	19*06	58.4	−5.6		19*31	—	3*57	☉ 11*54
10. cs 222.	4*33	11*49	19*05	58.2	−5.4		19*52	0*22	5*26	☉
11. p 223.	4*34	11*49	19*03	57.9	−5.3		20*11	1*15	6*53	☉
12. sz 224.	4*36	11*49	19*02	57.6	−5.1		20*28	2*06	8*18	☉
13. v 225.	4*37	11*49	19*00	57.3	−5.0		20*46	2*56	9*41	☉
33. hét										
14. h 226.	4*38	11*49	18*58	57.0	−4.8		21*06	3*46	11*04	☉
15. k 227.	4*40	11*49	18*57	56.7	−4.6		21*30	4*37	12*27	☉
16. sz 228.	4*41	11*48	18*55	56.3	−4.4		22*01	5*30	13*47	☉ 2*51
17. cs 229.	4*42	11*48	18*53	56.0	−4.2		22*42	6*26	15*02	☉
18. p 230.	4*44	11*48	18*51	55.7	−4.0		23*34	7*22	16*07	☉
19. sz 231.	4*45	11*48	18*50	55.4	−3.8		—	8*19	17*00	☉
20. v 232.	4*46	11*47	18*48	55.1	−3.5		0*36	9*13	17*39	☉
34. hét										
21. h 233.	4*48	11*47	18*46	54.7	−3.3		1*45	10*04	18*08	☉
22. k 234.	4*49	11*47	18*44	54.4	−3.0		2*56	10*51	18*31	☉
23. sz 235.	4*50	11*47	18*42	54.1	−2.8		4*06	11*35	18*48	☉ 20*10
24. cs 236.	4*52	11*46	18*40	53.7	−2.5		5*15	12*16	19*03	☉
25. p 237.	4*53	11*46	18*38	53.4	−2.3		6*21	12*56	19*17	☉
26. sz 238.	4*54	11*46	18*37	53.0	−2.0		7*26	13*34	19*30	☉
27. v 239.	4*56	11*46	18*35	52.7	−1.7		8*32	14*13	19*43	☉
35. hét										
28. h 240.	4*57	11*45	18*33	52.3	−1.4		9*38	14*54	19*58	☉
29. k 241.	4*58	11*45	18*31	52.0	−1.1		10*47	15*36	20*16	☉
30. sz 242.	5*00	11*45	18*29	51.6	−0.8		11*58	16*22	20*39	☉
31. cs 243.	5*01	11*44	18*27	51.3	−0.5		13*10	17*13	21*09	☉ 23*57

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

augusztus

nap	Julián dátum 12 ^h UT	ϑ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 453 949	20 37 51	Boglárka, Gusztáv, Pálma, Péter, Zsófia
2.	2 453 950	20 41 47	Lehel, Gusztáv, Mária
3.	2 453 951	20 45 44	Hermína, István, Lídia, Terézia
4.	2 453 952	20 49 41	Domonkos, Dominika
5.	2 453 953	20 53 37	Krisztina, Ábel, Afrodité, Kriszta, Mária
6.	2 453 954	20 57 34	Berta, Bettina, Géza
7.	2 453 955	21 01 30	Ibolya, Afrodité, Albert, Arabella, Donát
8.	2 453 956	21 05 27	László, Dominik, Domonkos, Gusztáv
9.	2 453 957	21 09 23	Emőd, János, Roland
10.	2 453 958	21 13 20	Lőrinc, Bianka, Blanka, Csilla, Loránd, Lóránt, Roland
11.	2 453 959	21 17 16	Zsuzsanna, Tiborc, Klára, Lilian, Liliána, Lujza
12.	2 453 960	21 21 13	Klára, Hilda, Leticia
13.	2 453 961	21 25 10	Ipoly, Gerda, Gertrúd, Helén, Heléna, Ibolya, János
14.	2 453 962	21 29 06	Marcell, Menyhért
15.	2 453 963	21 33 03	Mária, Alfréd
16.	2 453 964	21 36 59	Ábrahám, István, Szeréna
17.	2 453 965	21 40 56	Jácint
18.	2 453 966	21 44 52	Ilona, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Lenke
19.	2 453 967	21 48 49	Huba, Bernát, János, Lajos
20.	2 453 968	21 52 45	Szent István ünnepe; István, Bernát, Stefánia, Vajk
21.	2 453 969	21 56 42	Sámuel, Hajna, Erik, Erika, Franciska, Johanna
22.	2 453 970	22 00 39	Menyhért, Mirjam, Boglár, Boglárka, János, Mária
23.	2 453 971	22 04 35	Bence, Róza, Rózsa, Szidónia
24.	2 453 972	22 08 32	Bertalan, Albert, Aliz
25.	2 453 973	22 12 28	Lajos, Patrícia, Elemér, József, Tamás
26.	2 453 974	22 16 25	Izsó, Margit, Natália, Natasa, Rita
27.	2 453 975	22 20 21	Gáspár, József, Mónika
28.	2 453 976	22 24 18	Ágoston, Alfréd, Elemér, László
29.	2 453 977	22 28 14	Beatrix, Erna, Emesztina, János, Kamilla, Szabina
30.	2 453 978	22 32 11	Róza, Leticia, Rózsa
31.	2 453 979	22 36 08	Erika, Bella, Aida, Hanga, Izabella, Rajmund, Ramóna



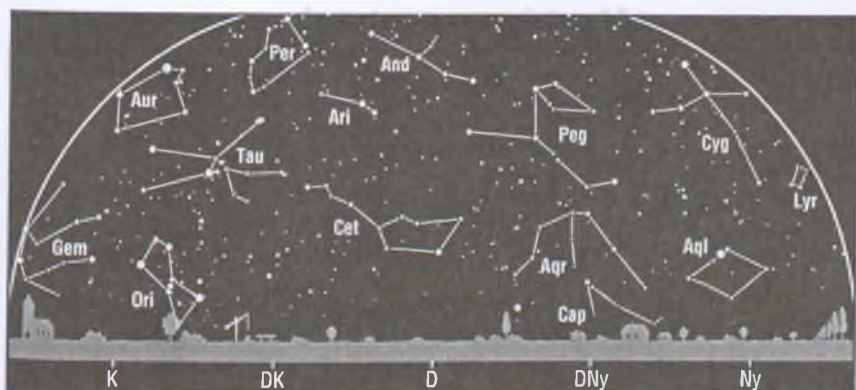
Az esti égbolt

Hold 9-ig és 24-től, Mars szürkületben, Jupiter, Uránusz és Neptunusz késő este. Perseidák meteorraj, Aquaridák meteorraj.

Kettőscsillagok: γ And, α CVn, ζ UMa, ζ Lyr, β Lyr, θ Ser, β Cyg, γ Del. **Nyílt-halmazok:** M11 (Sct). **Gömbhalmazok:** M3 (CVn), M5 (Ser), M13 (Her), M92 (Her), M22 (Sgr), M15 (Peg), M2 (Aqr). **Gázködök:** M16 (Ser), M17 (Omega-köd, Sgr), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). **Galaxisok:** M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M81–82 (UMa), M101 (UMa).

Csillagászati események

- 2. 10^h* Első negyed.
- 2. 13^h* A Jupiter 4^o6-kal északra a Holdtól.
- 7. 02^h* A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (19^o).
- 7. 13^h* A Szaturnusz együttállásban a Nappal.
- 9. 12^h* Telehold.
- 9. 13^h* A Neptunusz 2^o9-kal északra a Holdtól.
- 11. 06^h* A Neptunusz szembenállásban.
- 11. 07^h* Az Uránusz 0^o3-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
- 12. 16^h* A Ceres szembenállásban.
- 16. 03^h* Utolsó negyed.
- 21. 00^h* A Merkúr 0^o5-kal északra a Szaturnusztól.
- 22. 04^h* A Vénusz 2^o9-kal délre a Holdtól.
- 23. 20^h* Újhold.
- 25. 15^h* A Mars 0^o5-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
- 27. 00^h* A Vénusz 0^o1-kal északra a Szaturnusztól.
- 30. 02^h* A Jupiter 4^o8-kal északra a Holdtól.



A hajnali égbolt

Hold 9-től 22-ig, Merkúr 24-ig, Vénusz, Szaturnusz a hó közepétől, Uránusz, Neptunusz kora hajnalban.

A bolygók

Merkúr: A hónap első felében látható hajnalban az északkeleti látóhatár fölött. 7-én van legnagyobb nyugati kitérésben, 19° -ra a Naptól.

Vénusz: Hajnalban az északkeleti égbolt feltűnő égitestje. A hó elején két órával, végén másfél órával kel a Nap előtt. Fényessége -3^m7 ; fázisa 0.95, növekvő.

Mars: Helyzete megfigyelésre nem kedvező. A hó elején egy órával, a végén fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége 1^m8 , átmérője $3''7$.

Jupiter: Napnyugta után látható a nyugati látóhatár közelében. A hó elején három órával, a végén két órával nyugszik a Nap után. Fényessége -2^m0 , átmérője $36''$.

Szaturnusz: 7-én kerül együttállásba a Nappal. A hónap közepétől a hajnali égbolton figyelhető meg a Rák csillagképben. Láthatósága gyorsan javul, a hónap végén már két órával kel a Nap előtt. Fényessége 0^m4 , átmérője $16''$.

Uránusz, Neptunusz: Egész éjszaka megfigyelhetők. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben látható. A Neptunusz 11-én kerül szembenállásba a Nappal.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5$

Naptár – szeptember

KÖZEI*

dátum	Nap			h_d °	E_t m	Hold			fázis h m
	kel, h	delel, m	nyugszik, h m			kel, h	delel, m	nyugszik, h m	
35. hét									
1. p 244.	5*02	11*44	18*25	50.9	-0.2	14*21	18*08	21*51	☉
2. sz 245.	5*04	11*44	18*23	50.5	+0.1	15*25	19*06	22*48	☉
3. v 246.	5*05	11*43	18*21	50.2	+0.4	16*18	20*06	—	☉
36. hét									
4. h 247.	5*06	11*43	18*19	49.8	+0.8	16*59	21*06	0*00	☉
5. k 248.	5*08	11*43	18*17	49.4	+1.1	17*29	22*04	1*23	☉
6. sz 249.	5*09	11*42	18*15	49.1	+1.4	17*53	22*59	2*51	☉
7. cs 250.	5*10	11*42	18*13	48.7	+1.8	18*13	23*52	4*20	☉ 19*42
8. p 251.	5*12	11*42	18*11	48.3	+2.1	18*31	—	5*47	☉
9. sz 252.	5*13	11*41	18*09	48.0	+2.5	18*49	0*44	7*13	☉
10. v 253.	5*14	11*41	18*07	47.6	+2.8	19*09	1*35	8*40	☉
37. hét									
11. h 254.	5*16	11*41	18*05	47.2	+3.2	19*32	2*28	10*06	☉
12. k 255.	5*17	11*40	18*03	46.8	+3.5	20*01	3*22	11*30	☉
13. sz 256.	5*18	11*40	18*01	46.4	+3.9	20*39	4*18	12*50	☉
14. cs 257.	5*20	11*40	17*59	46.0	+4.2	21*28	5*16	14*01	☉ 12*15
15. p 258.	5*21	11*39	17*57	45.6	+4.6	22*28	6*14	14*58	☉
16. sz 259.	5*22	11*39	17*55	45.3	+4.9	23*35	7*09	15*41	☉
17. v 260.	5*24	11*39	17*53	44.9	+5.3	—	8*01	16*13	☉
38. hét									
18. h 261.	5*25	11*38	17*51	44.5	+5.7	0*46	8*49	16*37	☉
19. k 262.	5*26	11*38	17*49	44.1	+6.0	1*57	9*34	16*56	☉
20. sz 263.	5*28	11*37	17*47	43.7	+6.4	3*05	10*16	17*11	☉
21. cs 264.	5*29	11*37	17*44	43.3	+6.7	4*12	10*56	17*25	☉
22. p 265.	5*30	11*37	17*42	43.0	+7.1	5*18	11*34	17*38	☉ 12*45
23. sz 266.	5*32	11*36	17*40	42.6	+7.4	6*23	12*13	17*51	☉
24. v 267.	5*33	11*36	17*38	42.2	+7.8	7*29	12*53	18*05	☉
39. hét									
25. h 268.	5*34	11*36	17*36	41.8	+8.1	8*37	13*35	18*22	☉
26. k 269.	5*36	11*35	17*34	41.4	+8.5	9*47	14*19	18*43	☉
27. sz 270.	5*37	11*35	17*32	41.0	+8.8	10*59	15*08	19*10	☉
28. cs 271.	5*38	11*35	17*30	40.6	+9.1	12*09	16*00	19*47	☉
29. p 272.	5*40	11*34	17*28	40.2	+9.5	13*15	16*56	20*37	☉
30. sz 273.	5*41	11*34	17*26	39.9	+9.8	14*10	17*54	21*41	☉ 12*04

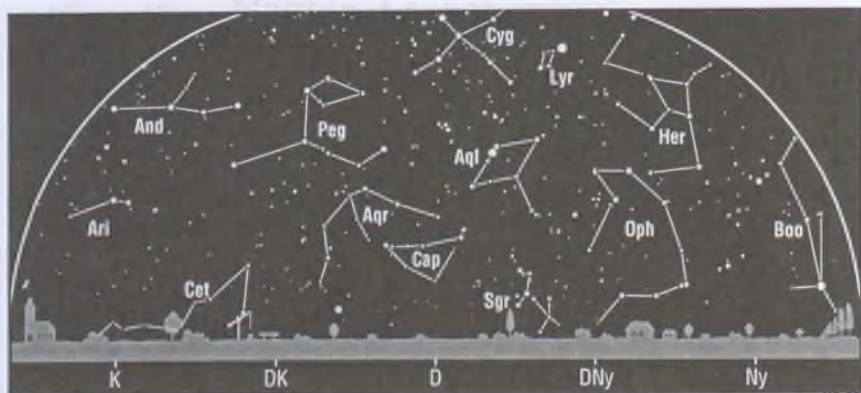
*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

szeptember

nap	Julián dátum 12 ^h UT	ϑ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 453 980	22 40 04	Egyed, Egon, <i>Ignác, Izabella, Noémi, Tamara</i>
2.	2 453 981	22 44 01	Rebeka, Dorina, <i>Ella, Ingrid, István, Margit, Teodóra</i>
3.	2 453 982	22 47 57	Hilda, <i>Gergely, Gergő</i>
4.	2 453 983	22 51 54	Rozália, <i>Ida, Róza, Rózsa</i>
5.	2 453 984	22 55 50	Viktor, Lőrinc, <i>Albert</i>
6.	2 453 985	22 59 47	Zakariás, <i>Bea, Beáta, Csanád, Ida</i>
7.	2 453 986	23 03 43	Regina, <i>Dusán, István, Menyhért</i>
8.	2 453 987	23 07 40	Mária, Adrienn, <i>Adorján, Adrián, Adriána, Irma</i>
9.	2 453 988	23 11 37	Ádám, <i>Péter</i>
10.	2 453 989	23 15 33	Nikolett, Hunor, <i>Erik, Miklós, Nikola, Noémi, Zalán</i>
11.	2 453 990	23 19 30	Teodóra, <i>Emil, Helga, Jácint, Milán</i>
12.	2 453 991	23 23 26	Mária, <i>Ibolya, Irma</i>
13.	2 453 992	23 27 23	Kornél, <i>János, Lujza</i>
14.	2 453 993	23 31 19	Szeréna, <i>Roxána</i>
15.	2 453 994	23 35 16	Enikő, Melitta, <i>Katalin, Loránd, Lóránt, Mária, Roland</i>
16.	2 453 995	23 39 12	Edit, <i>Ditta, Kornél, Kornélia, Lúcia, Soma</i>
17.	2 453 996	23 43 09	Zsófia, <i>Ildikó, Róbert</i>
18.	2 453 997	23 47 06	Diána, József, <i>Richárd</i>
19.	2 453 998	23 51 02	Vilhelmina, <i>Emília, Mária, Szabolcs, Tivadar, Vilma</i>
20.	2 453 999	23 54 59	Friderika, <i>Frida, Zsuzsa, Zsuzsanna</i>
21.	2 454 000	23 58 55	Máté, <i>Ildikó, Míra, Mirella</i>
22.	2 454 001	0 02 52	Móric, <i>Írisz, Ottó, Tamás</i>
23.	2 454 002	0 06 48	Tekla, <i>Ildikó, Ilona</i>
24.	2 454 003	0 10 45	Gellért, Mercédesz, <i>Gerda, Mária</i>
25.	2 454 004	0 14 41	Eufrozina, Kende, <i>Miklós, Nikolett, Nikoletta</i>
26.	2 454 005	0 18 38	Jusztina, <i>Dániel</i>
27.	2 454 006	0 22 35	Adalbert, <i>Albert, Károly, Vince</i>
28.	2 454 007	0 26 31	Vencel, <i>Bernát, Jusztina</i>
29.	2 454 008	0 30 28	Mihály, <i>Gábor, Gabriella, Rafael</i>
30.	2 454 009	0 34 24	Jeromos, <i>Felícia, Hunor, Örs, Viktor, Zsófia</i>

14. A bizánci naptár 7515. évének kezdete.

22. A zsidó naptár 5767. évének kezdete napnyugtakor.



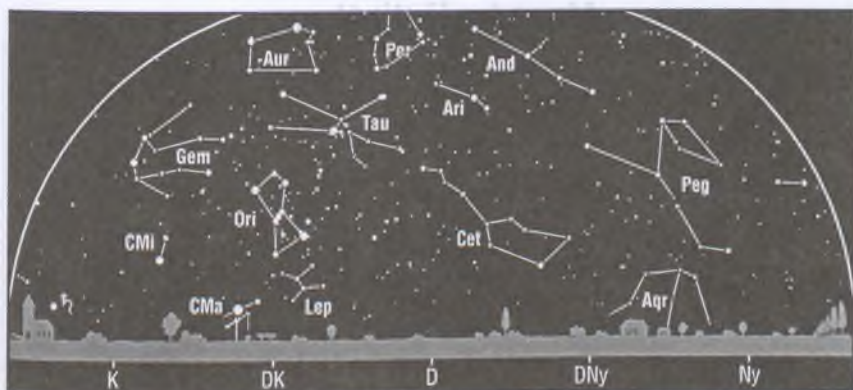
Az esti égbolt

Hold 7-ig és 23-tól, Merkúr 12-től, Jupiter kora este, Uránusz késő este, Neptunusz.

Kettőscsillagok: γ And, ζ UMa, ζ Lyr, β Lyr, ϑ Ser, β Cyg, γ Del. **Nyílthalmazok:** h és χ Per, M11 (Sct). **Gömbhalmazok:** M13 (Her), M92 (Her), M15 (Peg), M2 (Aqr). **Gázködök:** M16 (Ser), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). **Galaxisok:** M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M81–82 (UMa), M101 (UMa).

Csillagászati események

1. 00^h* Első negyed.
1. 06^h* A Merkúr felső együttállásban.
5. 12^h* Az Uránusz szembenállásban.
5. 23^h* A Neptunusz 3^o0'-kal északra a Holdtól.
6. 00^h* A Vénusz 0^o7'-kal északra a Regulustól.
7. 16^h* Az Uránusz 0^o3'-kal északra a Holdtól, fedés (házánkból nem látható).
7. 20^h* Telehold, részleges holdfogyatkozás, házánkból a jelenség részben látható.
14. 12^h* Utolsó negyed.
15. 22^h* A Merkúr 0^o2'-kal délre a Marstól.
19. 04^h* A Szaturnusz 2^o1'-kal délre a Holdtól.
22. 13^h* Újhold, gyűrűs napfogyatkozás (házánkból nem látható).
23. 05^h* 03^m Napéjgyenlőség.
24. 05^h* A Merkúr 1^o6'-kal északra a Holdtól.
26. 17^h* A Jupiter 4^o9'-kal északra a Holdtól.
30. 12^h* Első negyed.



A hajnali égbolt

Hold 7-től 21-ig, Vénusz 19-ig, Szaturnusz, Uránusz kora hajnalban.

A bolygók

Merkúr: 1-jén felső együttállásban van a Nappal. Helyzete megfigyelésre nem kedvező. A hónap közepétől alig fél órával nyugszik a Nap után.

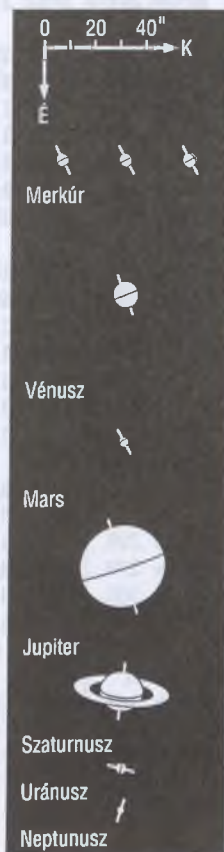
Vénusz: Megfigyelhetősége romlik. A hó elején másfél órával, végén már csak fél órával kel a Nap előtt. Fényessége -3^m7 ; fázisa 0.98, növekvő.

Mars: A hónap elején még megkereshető az esti szürkületben, a nyugati látóhatár fölött, de láthatósága romlik. A hó elején fél órával, a végén már csak negyed órával nyugszik a Nap után. Fényessége 1^m7 , átmérője $3''.6$.

Jupiter: Napnyugta után még megkereshető az esti szürkületben a nyugati látóhatár közelében. A hó elején két órával, a végén másfél órával nyugszik a Nap után. Fényessége -1^m8 , átmérője $33''$.

Szaturnusz: Kora hajnalban kel. A hajnali órákban látható az Oroszlán csillagképben. Fényessége 0^m5 , átmérője $17''$.

Uránusz, Neptunusz: Az éjszaka nagy részében megfigyelhetők. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképekben jár. A hajnali órákban nyugszanak. Az Uránusz 5-én kerül szembenállásba a Nappal.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5$

Naptár – október

KÖZEI*

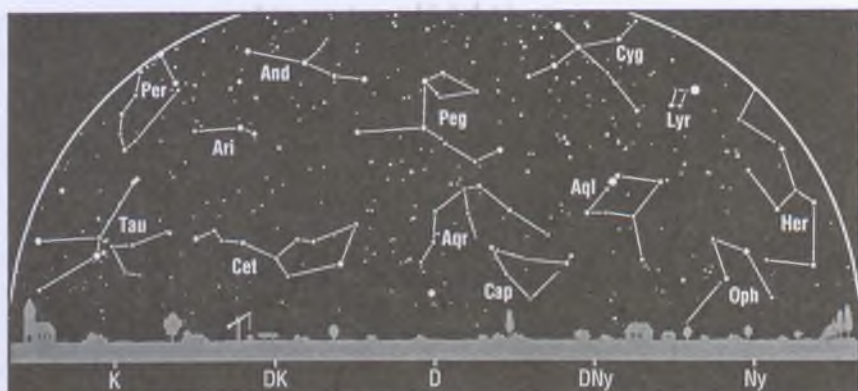
dátum	Nap			h_d °	E_t m	Hold			fázis h m
	kel, delel, nyugszik h m h m h m					kel, delel, nyugszik h m h m h m			
39. hét									
1. v 274.	5*43 11*34 17*24			39.5	+10.1	14*54 18*52 22*57			☉
40. hét									
2. h 275.	5*44 11*33 17*22			39.1	+10.5	15*28 19*49 —			☉
3. k 276.	5*45 11*33 17*20			38.7	+10.8	15*54 20*44 0*20			☉
4. sz 277.	5*47 11*33 17*18			38.3	+11.1	16*15 21*36 1*46			☉
5. cs 278.	5*48 11*32 17*16			37.9	+11.4	16*33 22*28 3*12			☉
6. p 279.	5*49 11*32 17*14			37.5	+11.7	16*51 23*19 4*39			☉
7. sz 280.	5*51 11*32 17*12			37.2	+12.0	17*10 — 6*05			☉ 4*13
8. v 281.	5*52 11*32 17*10			36.8	+12.3	17*32 0*12 7*33			☉
41. hét									
9. h 282.	5*54 11*31 17*08			36.4	+12.6	17*59 1*07 9*01			☉
10. k 283.	5*55 11*31 17*06			36.0	+12.8	18*33 2*04 10*27			☉
11. sz 284.	5*56 11*31 17*04			35.6	+13.1	19*19 3*04 11*45			☉
12. cs 285.	5*58 11*31 17*02			35.3	+13.4	20*17 4*03 12*50			☉
13. p 286.	5*59 11*30 17*00			34.9	+13.6	21*24 5*01 13*39			☉
14. sz 287.	6*01 11*30 16*59			34.5	+13.9	22*35 5*56 14*15			☉ 1*26
15. v 288.	6*02 11*30 16*57			34.1	+14.1	23*46 6*46 14*42			☉
42. hét									
16. h 289.	6*04 11*30 16*55			33.8	+14.3	— 7*32 15*02			☉
17. k 290.	6*05 11*29 16*53			33.4	+14.5	0*56 8*15 15*19			☉
18. sz 291.	6*07 11*29 16*51			33.0	+14.7	2*03 8*55 15*33			☉
19. cs 292.	6*08 11*29 16*49			32.7	+14.9	3*08 9*34 15*46			☉
20. p 293.	6*09 11*29 16*47			32.3	+15.1	4*14 10*13 15*59			☉
21. sz 294.	6*11 11*29 16*46			31.9	+15.3	5*20 10*52 16*13			☉
22. v 295.	6*12 11*29 16*44			31.6	+15.4	6*27 11*33 16*29			☉ 6*14
43. hét									
23. h 296.	6*14 11*28 16*42			31.2	+15.6	7*37 12*18 16*49			☉
24. k 297.	6*15 11*28 16*40			30.9	+15.7	8*49 13*05 17*14			☉
25. sz 298.	6*17 11*28 16*39			30.5	+15.8	10*00 13*56 17*48			☉
26. cs 299.	6*18 11*28 16*37			30.2	+16.0	11*07 14*51 18*33			☉
27. p 300.	6*20 11*28 16*35			29.8	+16.1	12*05 15*48 19*32			☉
28. sz 301.	6*21 11*28 16*34			29.5	+16.1	12*52 16*45 20*43			☉
29. v 302.	6 23 11 28 16 32			29.2	+16.2	13 28 17 40 22 01			☉ 22 25
44. hét									
30. h 303.	6 24 11 28 16 30			28.8	+16.3	13 55 18 34 23 23			☉
31. k 304.	6 26 11 28 16 29			28.5	+16.3	14 17 19 25 —			☉

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

október

nap	Julián dátum 12 ^h UT	ϑ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 454 010	0 38 21	Malvin, Rómeó, Terézia
2.	2 454 011	0 42 17	Petra, Örs, Tamás
3.	2 454 012	0 46 14	Helga, Ignác, Mária, Terézia
4.	2 454 013	0 50 10	Ferenc, Aranka, Hajnalka
5.	2 454 014	0 54 07	Aurél, Attila, Pálma
6.	2 454 015	0 58 04	Brúnó, Renáta, Csaba
7.	2 454 016	1 02 00	Amália, Mária, Márk
8.	2 454 017	1 05 57	Koppány, Bettina, Brigitta, Etelka, Gitta, János, Mária
9.	2 454 018	1 09 53	Dénes, Ábrahám, Ábris, Andor, Elemér, Sára
10.	2 454 019	1 13 50	Gedeon, Dániel, Ferenc, Lajos, Sámuel
11.	2 454 020	1 17 46	Brigitta, Andor, Sándor
12.	2 454 021	1 21 43	Miksa, Rezső
13.	2 454 022	1 25 39	Kálmán, Ede, Fatima, Fatime, Jakab
14.	2 454 023	1 29 36	Helén, Beatrix, Dominik, Domonkos, Livia
15.	2 454 024	1 33 33	Teréz, Aranka, Aurélia, Hedvig, Tekla, Terézia, Vilma
16.	2 454 025	1 37 29	Gál, Ambrus, Aranka, Aurélia, Gellért, Hedvig, Margit
17.	2 454 026	1 41 26	Hedvig, Alajos, Ignác, Margit, Rezső, Rudolf
18.	2 454 027	1 45 22	Lukács, Ambrus
19.	2 454 028	1 49 19	Nándor, Frida, Friderika, Laura, Pál, Péter
20.	2 454 029	1 53 15	Vendel, Cintia, Irén, Irina
21.	2 454 030	1 57 12	Orsolya, Klementina, Zsolt
22.	2 454 031	2 01 08	Előd, Korinna
23.	2 454 032	2 05 05	Nemzeti ünnep; Gyöngyi, Gyöngyvér, Ignác, János
24.	2 454 033	2 09 02	Salamon, Rafael, Ráhel
25.	2 454 034	2 12 58	Blanka, Bianka, János, Margit
26.	2 454 035	2 16 55	Dömötör, Amanda, Ametiszt, Armand
27.	2 454 036	2 20 51	Szabina
28.	2 454 037	2 24 48	Simon, Szimonetta, Alfréd
29.	2 454 038	2 28 44	Nárcisz, Melinda
30.	2 454 039	2 32 41	Alfonz, Fanni, Kolos, Stefánia
31.	2 454 040	2 36 37	Farkas, Kristóf

29. A nyári időszámítás vége 3^hNYISZ-kor.



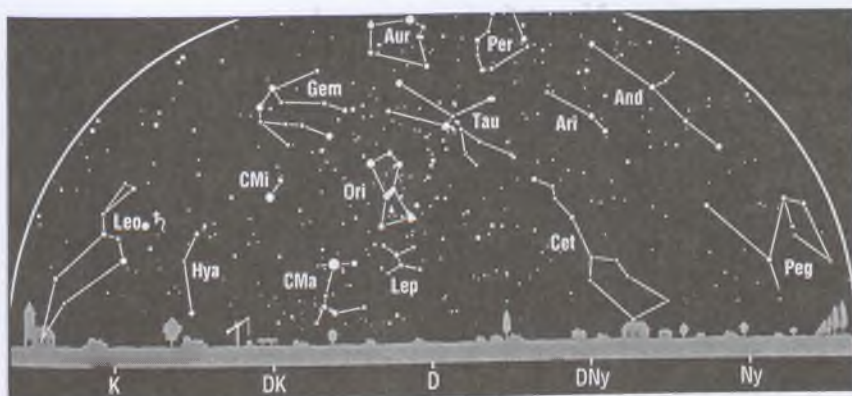
Az esti égbolt

Hold 7-ig és 23-tól, Merkúr, Jupiter szürkületben, Uránusz, Neptunusz. Tauridák meteorraj.

Kettőscsillagok: γ And, ζ Lyr, β Lyr, ϑ Ser, β Cyg, γ Del. *Nyílthalmazok:* η és χ Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur). *Gömbthalmazok:* M15 (Peg), M2 (Aqr). *Gázködök:* M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri).

Csillagászati események

3. 08^h* A Neptunusz 2^o9-kal északra a Holdtól.
5. 01^h* Az Uránusz 0^o4-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
7. 04^h* Telehold.
14. 01^h* Utolsó negyed.
16. 15^h* A Szaturnusz 1^o8-kal délre a Holdtól.
17. 05^h* A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (25^o).
22. 06^h* Újhold.
23. 08^h* A Mars együttállásban a Nappal.
24. 09^h* A Jupiter 5^o1-kal északra a Holdtól.
24. 09^h* A Merkúr 1^o3-kal északra a Holdtól.
25. 23^h* A Merkúr 3^o9-kal délre a Jupitertől.
27. 19^h* A Vénusz felső együttállásban.
28. 15^h* A Merkúr 3^o3-kal délre a Jupitertől.
29. 22^h* Első negyed.
30. 15^h* A Neptunusz 2^o9-kal északra a Holdtól.



A hajnali égbolt

Hold 7-től 21-ig, Szaturnusz. Orionidák meteorraj.

A bolygók

Merkúr: 17-én van legnagyobb keleti kitérésben, $25''$ -ra a Naptól. Helyzete azonban megfigyelésre nem kedvező. A hónap folyamán fél órával nyugszik a Nap után.

Vénusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. A hó elején fél órával kel a Nap előtt. 27-én kerül felső együttállásba a Nappal.

Mars: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 23-án kerül együttállásba a Nappal.

Jupiter: Napnyugta után még megkereshető az esti szürkületben a nyugati látóhatár közelében. A hó elején másfél órával, a végén már csak háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Fényessége -1^m7 , átmérője $32''$.

Szaturnusz: Éjfél után kel, a hajnali órákban látható az Oroszlán csillagképben. Fényessége 0^m6 , átmérője $17''$.

Uránusz, Neptunusz: Az éjszaka első felében figyelhetők meg. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben látható. Éjfél körül nyugszanak.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5$

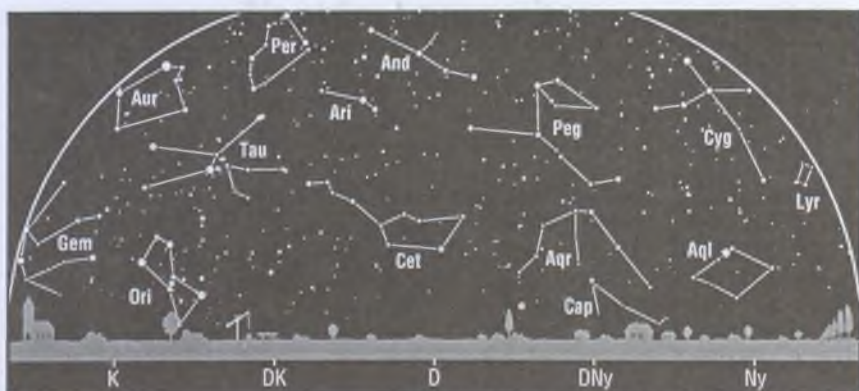
Naptár – november

KÖZEI

dátum	Nap			h_d °	E_t m	Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m			kel h m	delel h m	nyugszik h m	
44. hét									
1. sz 305.	6 27	11 28	16 27	28.2	+16.4	14 36	20 15	0 46	○
2. cs 306.	6 29	11 28	16 26	27.9	+16.4	14 54	21 05	2 09	○
3. p 307.	6 30	11 28	16 24	27.6	+16.4	15 12	21 56	3 33	○
4. sz 308.	6 32	11 28	16 23	27.3	+16.4	15 31	22 49	4 58	○
5. v 309.	6 33	11 28	16 21	26.9	+16.4	15 56	23 45	6 26	○ 13 58
45. hét									
6. h 310.	6 35	11 28	16 20	26.6	+16.4	16 27	—	7 54	○
7. k 311.	6 36	11 28	16 18	26.3	+16.3	17 08	0 45	9 18	○
8. sz 312.	6 38	11 28	16 17	26.1	+16.3	18 02	1 46	10 31	○
9. cs 313.	6 39	11 28	16 16	25.8	+16.2	19 07	2 47	11 29	○
10. p 314.	6 41	11 28	16 14	25.5	+16.1	20 18	3 45	12 12	○
11. sz 315.	6 42	11 28	16 13	25.2	+16.0	21 32	4 38	12 43	○
12. v 316.	6 44	11 28	16 12	24.9	+15.9	22 43	5 27	13 06	○ 18 45
46. hét									
13. h 317.	6 45	11 28	16 11	24.6	+15.8	23 51	6 11	13 24	○
14. k 318.	6 47	11 28	16 09	24.4	+15.7	—	6 53	13 39	○
15. sz 319.	6 48	11 29	16 08	24.1	+15.5	0 58	7 32	13 53	○
16. cs 320.	6 50	11 29	16 07	23.9	+15.3	2 03	8 11	14 06	○
17. p 321.	6 51	11 29	16 06	23.6	+15.2	3 08	8 50	14 20	○
18. sz 322.	6 53	11 29	16 05	23.4	+15.0	4 15	9 31	14 35	○
19. v 323.	6 54	11 29	16 04	23.1	+14.7	5 24	10 14	14 54	○
47. hét									
20. h 324.	6 56	11 30	16 03	22.9	+14.5	6 36	11 01	15 17	○ 23 18
21. k 325.	6 57	11 30	16 02	22.7	+14.3	7 48	11 51	15 49	○
22. sz 326.	6 59	11 30	16 01	22.4	+14.0	8 58	12 46	16 31	○
23. cs 327.	7 00	11 30	16 00	22.3	+13.8	10 00	13 43	17 26	○
24. p 328.	7 01	11 31	16 00	22.0	+13.5	10 51	14 40	18 34	○
25. sz 329.	7 03	11 31	15 59	21.8	+13.2	11 29	15 36	19 51	○
26. v 330.	7 04	11 31	15 58	21.6	+12.9	11 59	16 30	21 11	○
48. hét									
27. h 331.	7 05	11 32	15 57	21.4	+12.6	12 22	17 21	22 32	○
28. k 332.	7 07	11 32	15 57	21.3	+12.2	12 41	18 10	23 52	○ 7 29
29. sz 333.	7 08	11 32	15 56	21.1	+11.9	12 58	18 57	—	○
30. cs 334.	7 09	11 33	15 56	20.9	+11.6	13 15	19 46	1 12	○

november

nap	Julián dátum 12 ^h UT	ϑ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 454 041	2 40 34	Mindenszentek; Marianna, <i>Benigna</i>
2.	2 454 042	2 44 31	Achilles, <i>Viktor</i>
3.	2 454 043	2 48 27	Győző, <i>Bálint, Ida, Szilvia, Valentin</i>
4.	2 454 044	2 52 24	Károly, <i>Karola, Karolina, Sarolta</i>
5.	2 454 045	2 56 20	Imre
6.	2 454 046	3 00 17	Lénárd
7.	2 454 047	3 04 13	Rezső, <i>Erő, Karina, Rudolf</i>
8.	2 454 048	3 08 10	Zsombor, <i>Kolos</i>
9.	2 454 049	3 12 06	Tivadar, <i>Tihamér</i>
10.	2 454 050	3 16 03	Réka, <i>András, Ariel, Tünde</i>
11.	2 454 051	3 20 00	Márton, <i>Martin</i>
12.	2 454 052	3 23 56	Jónás, Renátó, <i>Emil, Krisztián, Levente, Tihamér</i>
13.	2 454 053	3 27 53	Szilvia, <i>Jenő, Miklós</i>
14.	2 454 054	3 31 49	Aliz, <i>Klementina, Vanda</i>
15.	2 454 055	3 35 46	Albert, Lipót, <i>Dezső, Richárd</i>
16.	2 454 056	3 39 42	Ödön, <i>Ágnes, Alfréd, Gertrúd, Margit, Péter</i>
17.	2 454 057	3 43 39	Hortenzia, <i>Gergő, Ede, Gergely, György, Hilda, Ildikó</i>
18.	2 454 058	3 47 35	Jenő, <i>Jolán, Ottó, Péter</i>
19.	2 454 059	3 51 32	Erzsébet
20.	2 454 060	3 55 29	Jolán, <i>Amália, Ödön, Zoltán, Zsolt</i>
21.	2 454 061	3 59 25	Olivér, <i>Amália, Mária</i>
22.	2 454 062	4 03 22	Cecília, <i>Csilla, Mária</i>
23.	2 454 063	4 07 18	Kelemen, <i>Klementina, Dániel</i>
24.	2 454 064	4 11 15	Emma, <i>Flóra, János, Virág</i>
25.	2 454 065	4 15 11	Katalin, <i>Karina, Katarina, Katica, Katinka, Kitti, Liza</i>
26.	2 454 066	4 19 08	Virág, <i>Lénárd, Péter, Szilveszter</i>
27.	2 454 067	4 23 04	Virgil, <i>Jakab</i>
28.	2 454 068	4 27 01	Stefánia, <i>Jakab</i>
29.	2 454 069	4 30 58	Taksony
30.	2 454 070	4 34 54	András, Andor, <i>Amália, Endre</i>



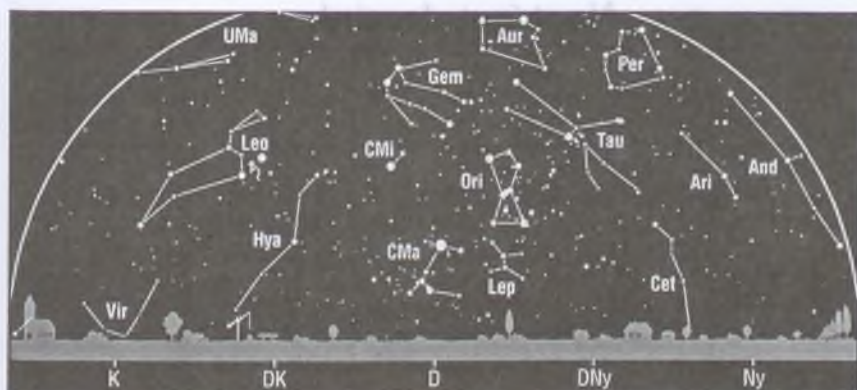
Az esti égbolt

Hold 5-ig és 21-től, Merkúr 3-ig, Uránusz, Neptunusz. Tauridák meteorraj.

Kettőscsillagok: γ And, ζ Lyr, β Lyr, β Cyg, γ Del. *Nyílthalmazok:* η és χ Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur). *Gömbthalmazok:* M15 (Peg), M2 (Aqr). *Gázködök:* M1 (Rák-köd, Tau), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M77 (Cet).

Csillagászati események

1. 09^h Az Uránusz 0°3'-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
5. 14^h Telehold.
8. 23^h A Merkúr alsó együttállásban, átvonulás a Nap előtt (hazánkból nem látható).
12. 19^h Utolsó negyed.
13. 02^h A Szaturnusz 1°4'-kal délre a Holdtól.
19. 14^h A Merkúr 5°9'-kal északra a Holdtól.
20. 23^h Újhold.
22. 00^h A Jupiter együttállásban a Nappal.
25. 14^h A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (20°).
26. 22^h A Neptunusz 2°7'-kal északra a Holdtól.
28. 07^h Első negyed.
28. 16^h Az Uránusz 0°2'-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).



A hajnali égbolt

Hold 5-től 19-ig, Merkúr 15-től, Szaturnusz. Leonidák meteororraj.

A bolygók

Merkúr: 8-án alsó együttállásban van a Nappal. Ezután láthatósága gyorsan javul. 25-én már legnagyobb nyugati kitérésben, $20''$ -ra van a Naptól. Ekkor majdnem két órával kel a Nap előtt. Az év folyamán ez a legkedvezőbb időszak a bolygó hajnali megfigyelésére.

Vénusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. A hó végén fél órával nyugszik a Nap után.

Mars: Helyzete megfigyelésre nem kedvező. A hó elején negyed órával, a végén egy órával kel a Nap előtt. Fényessége 1^m6 , átmérője $3''.7$.

Jupiter: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 22-én kerül együttállásba a Nappal.

Szaturnusz: Éjfél előtt kel. Az éjszaka második felében látható az Oroszlán csillagképben. Fényessége 0^m5 , átmérője $18''$.

Uránusz, Neptunusz: Az esti órákban figyelhetők meg. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben jár. Késő éjszaka nyugszanak.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5'$

Naptár – december

KÖZEI

dátum	Nap					Hold					fázis h m
	kel, delel, nyugszik			h_d °	E_t m	kel, delel, nyugszik					
	h m	h m	h m			h m	h m	h m			
48. hét											
1. p 335.	7 10	11 33	15 55	20.8	+11.2	13 33	20 36	2 33	○		
2. sz 336.	7 12	11 33	15 55	20.6	+10.8	13 55	21 29	3 57	○		
3. v 337.	7 13	11 34	15 54	20.5	+10.4	14 22	22 26	5 23	○		
49. hét											
4. h 338.	7 14	11 34	15 54	20.3	+10.0	14 57	23 27	6 48	○		
5. k 339.	7 15	11 35	15 54	20.2	+9.6	15 45	—	8 07	○	1 25	
6. sz 340.	7 16	11 35	15 53	20.1	+9.2	16 46	0 28	9 13	○		
7. cs 341.	7 17	11 35	15 53	19.9	+8.8	17 57	1 29	10 04	○		
8. p 342.	7 18	11 36	15 53	19.8	+8.4	19 11	2 26	10 40	○		
9. sz 343.	7 19	11 36	15 53	19.7	+7.9	20 25	3 17	11 07	○		
10. v 344.	7 20	11 37	15 53	19.6	+7.5	21 36	4 05	11 28	○		
50. hét											
11. h 345.	7 21	11 37	15 53	19.5	+7.0	22 44	4 48	11 44	●		
12. k 346.	7 22	11 38	15 53	19.5	+6.6	23 50	5 28	11 58	●	15 32	
13. sz 347.	7 23	11 38	15 53	19.4	+6.1	—	6 07	12 12	●		
14. cs 348.	7 24	11 39	15 53	19.3	+5.6	0 55	6 46	12 25	●		
15. p 349.	7 25	11 39	15 53	19.3	+5.2	2 01	7 26	12 40	●		
16. sz 350.	7 26	11 40	15 53	19.2	+4.7	3 09	8 08	12 57	●		
17. v 351.	7 26	11 40	15 54	19.2	+4.2	4 19	8 53	13 18	●		
51. hét											
18. h 352.	7 27	11 41	15 54	19.1	+3.7	5 32	9 43	13 47	●		
19. k 353.	7 28	11 41	15 54	19.1	+3.2	6 43	10 36	14 25	●		
20. sz 354.	7 28	11 42	15 55	19.1	+2.7	7 50	11 33	15 16	●	15 01	
21. cs 355.	7 29	11 42	15 55	19.1	+2.2	8 45	12 32	16 22	●		
22. p 356.	7 29	11 43	15 56	19.1	+1.7	9 29	13 30	17 38	●		
23. sz 357.	7 30	11 43	15 56	19.1	+1.2	10 01	14 25	18 59	●		
24. v 358.	7 30	11 44	15 57	19.1	+0.7	10 26	15 18	20 21	●		
52. hét											
25. h 359.	7 31	11 44	15 58	19.1	+0.2	10 47	16 07	21 42	●		
26. k 360.	7 31	11 45	15 58	19.1	−0.3	11 04	16 55	23 01	●		
27. sz 361.	7 31	11 45	15 59	19.2	−0.8	11 21	17 43	—	●	15 48	
28. cs 362.	7 31	11 45	16 00	19.2	−1.3	11 38	18 31	0 21	○		
29. p 363.	7 32	11 46	16 00	19.3	−1.8	11 58	19 21	1 41	○		
30. sz 364.	7 32	11 46	16 01	19.3	−2.2	12 22	20 15	3 04	○		
31. v 365.	7 32	11 47	16 02	19.4	−2.7	12 53	21 13	4 27	○		

december

nap	Julián dátum 12 ^h UT	ϑ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 454 071	4 38 51	Elza, <i>Arnold, Blanka, Ede, Natália, Natasa, Oszkár</i>
2.	2 454 072	4 42 47	Melinda, Vivien, <i>Aranka, Aurélia, Dénes</i>
3.	2 454 073	4 46 44	Ferenc, <i>Olívia</i>
4.	2 454 074	4 50 40	Borbála, Barbara, <i>Boróka, Péter</i>
5.	2 454 075	4 54 37	Vilma, <i>Ábel, Csaba, Csanád, Dalma</i>
6.	2 454 076	4 58 33	Miklós, <i>Nikolett, Nikoletta</i>
7.	2 454 077	5 02 30	Ambrus
8.	2 454 078	5 06 27	Mária, <i>Emőke, Mátyás</i>
9.	2 454 079	5 10 23	Natália, <i>Ábel, Georgina, György, Györgyi, Péter, Valéria</i>
10.	2 454 080	5 14 20	Judit, <i>Livia, Loretta</i>
11.	2 454 081	5 18 16	Árpád, <i>Dániel</i>
12.	2 454 082	5 22 13	Gabriella, <i>Franciska, Johanna</i>
13.	2 454 083	5 26 09	Luca, <i>Otília, Éda, Elza, Lúcia</i>
14.	2 454 084	5 30 06	Szilárda
15.	2 454 085	5 34 02	Valér, <i>Dezső, Mária</i>
16.	2 454 086	5 37 59	Etelka, <i>Aletta, Alida, Beáta, Tihamér</i>
17.	2 454 087	5 41 56	Lázár, <i>Olimpia</i>
18.	2 454 088	5 45 52	Augusztá, <i>Dezső, Mária</i>
19.	2 454 089	5 49 49	Viola
20.	2 454 090	5 53 45	Teofil, <i>Ignác, Krisztián</i>
21.	2 454 091	5 57 42	Tamás, <i>Péter</i>
22.	2 454 092	6 01 38	Zénó, <i>Anikó</i>
23.	2 454 093	6 05 35	Viktória
24.	2 454 094	6 09 31	Ádám, Éva, <i>Adél, Alinka, Ervin, Hermína, Noémi</i>
25.	2 454 095	6 13 28	Karácsony ; Eugénia, <i>Anasztázia</i>
26.	2 454 096	6 17 25	Karácsony ; István, <i>Dénes, Előd, Stefánia</i>
27.	2 454 097	6 21 21	János
28.	2 454 098	6 25 18	Kamilla, <i>Ármin, Gáspár</i>
29.	2 454 099	6 29 14	Tamás, <i>Tamara, Dávid, Gáspár</i>
30.	2 454 100	6 33 11	Dávid, <i>Dénes, Hunor, Margit, Zalán</i>
31.	2 454 101	6 37 07	Szilveszter, <i>Darinka, Katalin, Kitty, Melánia</i>



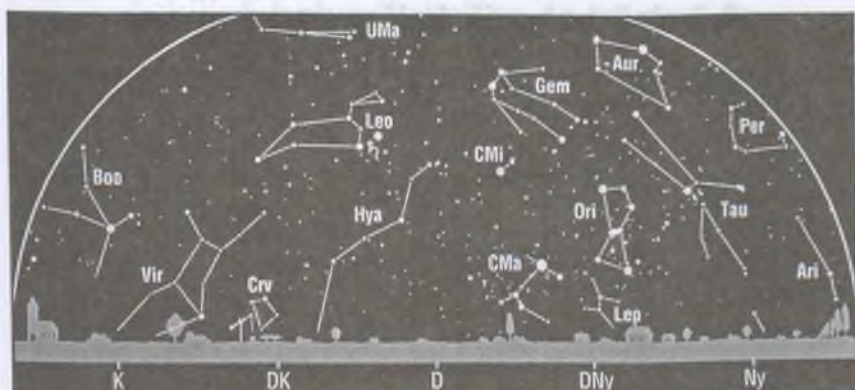
Az esti égbolt

Hold 5-ig és 21-től, Vénusz 8-tól, Uránusz, Neptunusz. Geminidák meteorraj.

Kettőscsillagok: γ And, σ Ori. **Nyílthalmazok:** η és χ Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem). **Gömbthalmazok:** M15 (Peg), M79 (Lep). **Gázködök:** M1 (Rák-köd, Tau), M42–43 (Orion-köd, Ori). **Galaxisok:** M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M77 (Cet), M81–82 (UMa).

Csillagászati események

- 5. 01^h Telehold.
- 9. 21^h A Merkúr 1^o0-kal északra a Marstól.
- 10. 12^h A Szaturnusz 1^o1-kal délre a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
- 10. 17^h A Merkúr 0^o1-kal északra a Jupitertől.
- 12. 01^h A Mars 0^o8-kal délre a Jupitertől.
- 12. 16^h Utolsó negyed.
- 18. 16^h A Plútó együttállásban a Nappal.
- 18. 22^h A Jupiter 5^o5-kal északra a Holdtól.
- 19. 05^h A Mars 4^o7-kal északra a Holdtól.
- 20. 15^h Újhold.
- 22. 01^h 22^m Napforduló.
- 24. 04^h A Neptunusz 2^o4-kal északra a Holdtól.
- 25. 22^h Az Uránusz 0^o1-kal északra a Holdtól, fedés (hazánkból nem látható).
- 27. 16^h Első negyed.



A hajnali égbolt

Hold 5-től 19-ig, Merkúr 21-ig, Mars szürkületben, Jupiter szürkületben, Szaturnusz.

A bolygók

Merkúr: A hónap első felében kereshető meg a hajnali szürkületben a délkeleti látóhatár fölött. Megfigyelhetősége gyorsan romlik. A hó végén már csaknem egyidőben kel a Nappal.

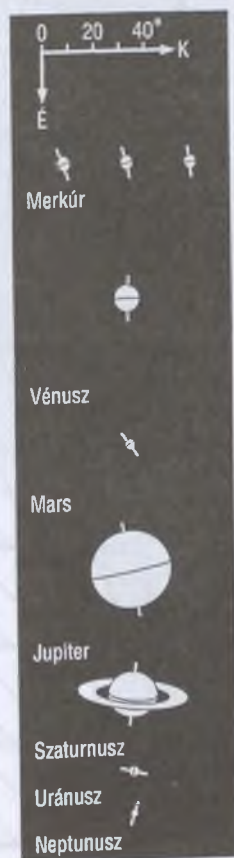
Vénusz: Egyre jobban látható az esti szürkületben a délnyugati égbolton. A hó elején fél órával, végén egy órával nyugszik a Nap után. Fényessége -3^m8 ; fázisa 0.98, csökkenő.

Mars: A hajnali szürkületben már megtalálható a Mérleg, a Skorpió, majd a Kígyóartó csillagképben. A hó elején egy órával, a végén másfél órával kel a Nap előtt. Fényessége 1^m5 , átmérője $3''8$.

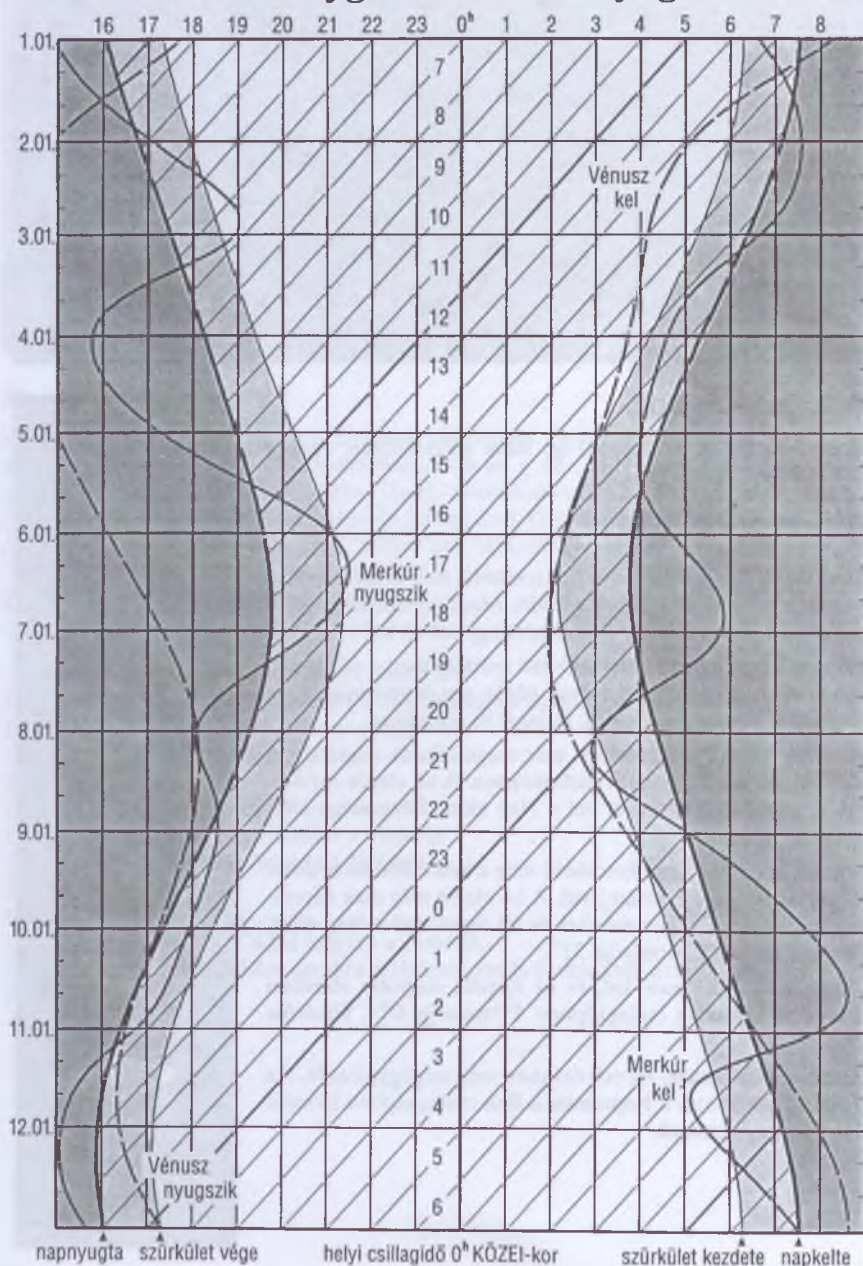
Jupiter: A hajnali égen kereshető meg a keleti látóhatár közelében, láthatósága gyorsan javul. A hó elején még csak háromnegyed órával, a végén már két és fél órával kel a Nap előtt. Fényessége -1^m7 , átmérője $31''$.

Szaturnusz: Késő este kel, és az éjszaka nagyobb részében látható az Oroszlán csillagképben. Fényessége 0^m4 , átmérője $19''$.

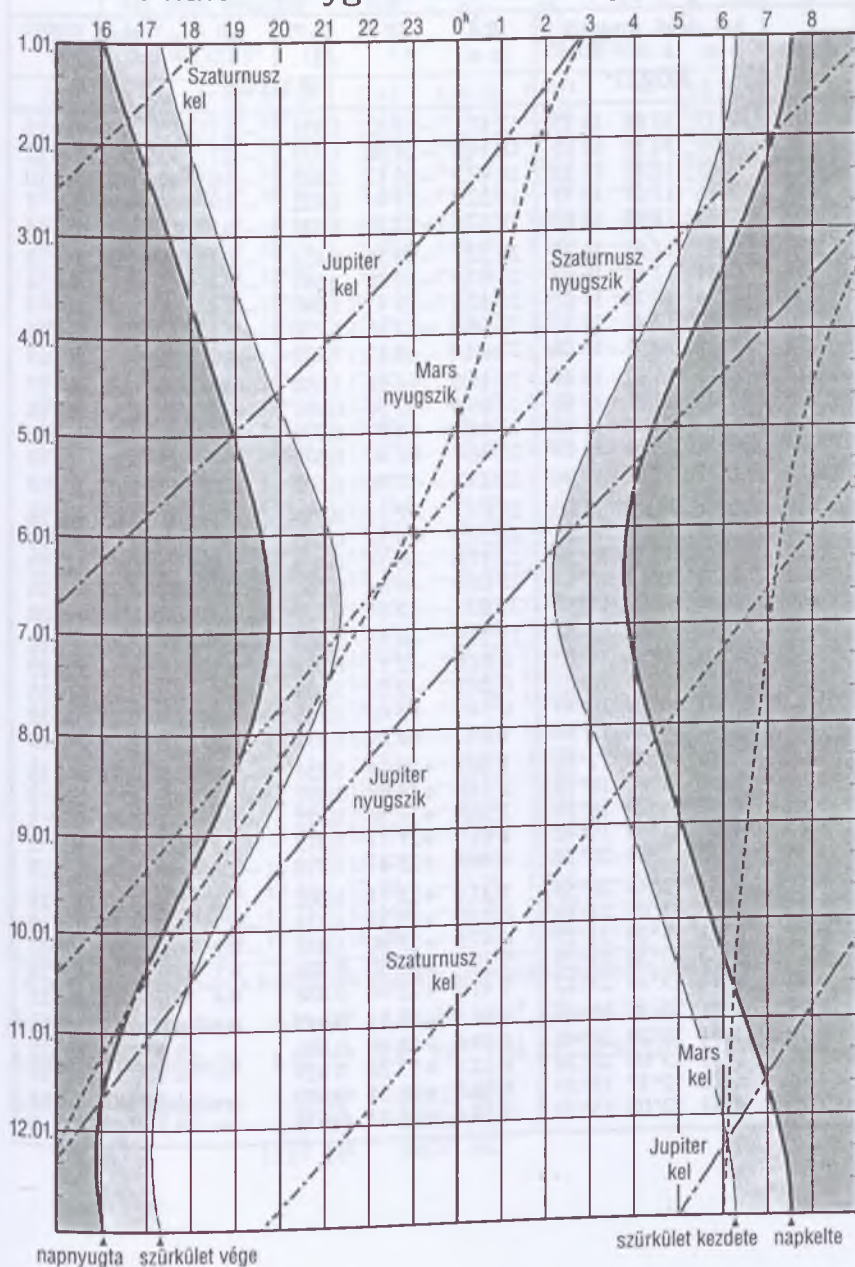
Uránusz, Neptunusz: Az esti órákban még megfigyelhetők. Az Uránusz a Vízöntő, a Neptunusz a Bak csillagképben látható. Késő este nyugszanak.



A belső bolygók kelése és nyugvása



A külső bolygók kelése és nyugvása



Merkúr

dátum	kel, delel, nyugszik			RA h m	D ° '	Δ AU	m	ø "	fázis	E °
	h m	h m	h m							
	KÖZEI*									
1.01.	6 33	10 44	14 55	17 41.1	−23 32	1.331	−0.7	5.1	0.92	Ny 15
1.06.	6 50	10 57	15 05	18 14.0	−24 08	1.375	−0.7	4.9	0.95	Ny 12
1.11.	7 05	11 12	15 19	18 47.9	−24 13	1.405	−0.8	4.8	0.97	Ny 10
1.16.	7 16	11 27	15 37	19 22.5	−23 44	1.422	−0.9	4.7	0.98	Ny 7
1.21.	7 25	11 42	15 59	19 57.5	−22 39	1.425	−1.1	4.7	0.99	Ny 4
1.26.	7 31	11 57	16 25	20 32.7	−20 58	1.414	−1.3	4.8	1.00	D 2
1.31.	7 34	12 13	16 53	21 07.9	−18 38	1.387	−1.4	4.9	0.99	K 4
2.05.	7 34	12 28	17 23	21 42.8	−15 41	1.340	−1.4	5.0	0.97	K 7
2.10.	7 32	12 42	17 55	22 16.8	−12 10	1.270	−1.4	5.3	0.93	K 11
2.15.	7 26	12 55	18 25	22 48.9	−8 15	1.173	−1.2	5.7	0.83	K 14
2.20.	7 16	13 02	18 49	23 16.7	−4 16	1.050	−0.9	6.4	0.67	K 17
2.25.	7 01	13 01	19 02	23 36.4	−0 50	0.911	−0.4	7.4	0.45	K 18
3.02.	6 39	12 48	18 56	23 44.1	+1 17	0.778	0.5	8.6	0.23	K 16
3.07.	6 13	12 21	18 29	23 38.4	+1 30	0.677	—	9.9	0.07	K 10
3.12.	5 45	11 46	17 46	23 23.1	−0 06	0.622	—	10.8	0.01	É 4
3.17.	5 21	11 11	17 00	23 07.1	−2 37	0.615	—	10.9	0.05	Ny 10
3.22.	5 02	10 42	16 22	22 57.9	−4 52	0.645	—	10.4	0.14	Ny 17
3.27.	4*48	10*23	15*58	22 57.8	−6 14	0.698	0.8	9.6	0.25	Ny 23
4.01.	4*38	10*12	15*47	23 05.9	−6 34	0.763	0.6	8.8	0.35	Ny 26
4.06.	4*30	10*08	15*45	23 20.3	−5 59	0.834	0.4	8.1	0.44	Ny 28
4.11.	4*24	10*07	15*51	23 39.2	−4 38	0.907	0.2	7.4	0.52	Ny 28
4.16.	4*18	10*10	16*03	0 01.6	−2 37	0.981	0.1	6.9	0.59	Ny 27
4.21.	4*12	10*16	16*21	0 26.9	−0 02	1.054	−0.1	6.4	0.66	Ny 25
4.26.	4*07	10*24	16*43	0 54.7	+3 02	1.125	−0.3	6.0	0.73	Ny 22
5.01.	4*02	10*35	17*10	1 25.3	+6 29	1.191	−0.6	5.6	0.80	Ny 19
5.06.	3*59	10*49	17*42	1 58.8	+10 14	1.251	−1.0	5.4	0.87	Ny 14
5.11.	3*58	11*07	18*18	2 35.9	+14 08	1.297	−1.5	5.2	0.94	Ny 9
5.16.	4*00	11*29	18*59	3 16.9	+17 56	1.322	−2.0	5.1	0.99	Ny 3
5.21.	4*07	11*53	19*42	4 01.1	+21 17	1.315	−2.1	5.1	0.99	K 3
5.26.	4*18	12*20	20*22	4 46.8	+23 47	1.273	−1.7	5.3	0.94	K 9
5.31.	4*34	12*44	20*54	5 31.2	+25 11	1.202	−1.2	5.6	0.83	K 14
6.05.	4*53	13*05	21*16	6 12.0	+25 32	1.114	−0.7	6.0	0.71	K 19
6.10.	5*13	13*20	21*27	6 47.8	+25 00	1.020	−0.2	6.6	0.60	K 22
6.15.	5*30	13*30	21*29	7 17.9	+23 50	0.926	0.1	7.3	0.50	K 24
6.20.	5*44	13*34	21*22	7 41.9	+22 16	0.838	0.4	8.0	0.40	K 25
6.25.	5*51	13*31	21*09	7 59.3	+20 31	0.757	0.7	8.9	0.31	K 24
6.30.	5*51	13*20	20*49	8 09.6	+18 49	0.686	—	9.8	0.23	K 22
7.05.	5*41	13*03	20*24	8 12.1	+17 22	0.629	—	10.7	0.14	K 19
7.10.	5*20	12*37	19*53	8 06.8	+16 24	0.589	—	11.4	0.07	K 13
7.15.	4*51	12*05	19*20	7 55.4	+16 03	0.574	—	11.7	0.02	K 7

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	Δ AU	m	ϕ "	fázis	E °
	KÖZEI*			0 ^h UT-kor						
7.20.	4*16	11*32	18*49	7 41.7	+16 21	0.587	—	11.5	0.01	Ny 6
7.25.	3*42	11*03	18*24	7 31.3	+17 10	0.633	—	10.6	0.06	Ny 11
7.30.	3*15	10*42	18*09	7 28.9	+18 12	0.710	—	9.5	0.16	Ny 16
8.04.	2*58	10*31	18*04	7 37.3	+19 10	0.815	0.4	8.3	0.29	Ny 19
8.09.	2*56	10*32	18*08	7 56.7	+19 41	0.939	-0.2	7.2	0.47	Ny 19
8.14.	3*07	10*42	18*16	8 25.9	+19 23	1.069	-0.8	6.3	0.66	Ny 17
8.19.	3*31	10*59	18*25	9 02.0	+18 00	1.189	-1.3	5.7	0.83	Ny 13
8.24.	4*03	11*18	18*32	9 41.2	+15 33	1.282	-1.7	5.2	0.94	Ny 8
8.29.	4*38	11*37	18*34	10 19.9	+12 17	1.343	-1.8	5.0	0.99	É 4
9.03.	5*12	11*54	18*33	10 56.5	+8 33	1.375	-1.7	4.9	1.00	K 2
9.08.	5*44	12*08	18*30	11 30.5	+4 38	1.384	-1.3	4.9	0.98	K 6
9.13.	6*13	12*20	18*24	12 02.1	+0 42	1.375	-1.0	4.9	0.95	K 10
9.18.	6*40	12*30	18*18	12 31.9	-3 07	1.352	-0.7	5.0	0.92	K 14
9.23.	7*05	12*38	18*10	13 00.3	-6 46	1.318	-0.5	5.1	0.89	K 17
9.28.	7*28	12*46	18*02	13 27.5	-10 10	1.273	-0.4	5.3	0.85	K 19
10.03.	7*49	12*52	17*54	13 53.7	-13 18	1.218	-0.3	5.5	0.81	K 22
10.08.	8*08	12*57	17*46	14 18.8	-16 05	1.153	-0.2	5.8	0.76	K 23
10.13.	8*23	13*01	17*38	14 42.3	-18 28	1.078	-0.2	6.2	0.69	K 24
10.18.	8*34	13*02	17*29	15 03.2	-20 21	0.993	-0.1	6.8	0.60	K 25
10.23.	8*36	12*58	17*19	15 19.5	-21 33	0.899	0.0	7.5	0.49	K 24
10.28.	8*26	12*45	17*05	15 27.7	-21 51	0.804	0.3	8.4	0.33	K 21
11.02.	7 55	12 20	16 46	15 23.3	-20 49	0.720	—	9.3	0.15	K 15
11.07.	7 01	11 40	16 21	15 04.6	-18 10	0.676	—	10.0	0.01	K 4
11.12.	6 02	10 58	15 55	14 41.3	-14 43	0.699	—	9.6	0.04	Ny 7
11.17.	5 22	10 28	15 35	14 29.8	-12 35	0.789	0.4	8.5	0.24	Ny 15
11.22.	5 09	10 15	15 21	14 35.1	-12 37	0.914	-0.3	7.4	0.47	Ny 19
11.27.	5 14	10 14	15 12	14 52.5	-14 07	1.039	-0.6	6.5	0.66	Ny 20
12.02.	5 29	10 19	15 07	15 16.8	-16 15	1.150	-0.7	5.9	0.78	Ny 19
12.07.	5 49	10 27	15 04	15 44.9	-18 30	1.241	-0.8	5.4	0.86	Ny 17
12.12.	6 11	10 38	15 04	16 15.2	-20 35	1.313	-0.8	5.1	0.91	Ny 14
12.17.	6 33	10 50	15 07	16 47.1	-22 19	1.367	-0.8	4.9	0.95	Ny 12
12.22.	6 53	11 04	15 13	17 20.1	-23 38	1.406	-0.9	4.8	0.97	Ny 9
12.27.	7 12	11 18	15 23	17 54.0	-24 28	1.430	-0.9	4.7	0.98	Ny 7
1.01.	7 29	11 33	15 37	18 28.7	-24 45	1.440	-1.1	4.7	1.00	Ny 4

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Merkúr napközelben: 2.23. 00^h 5.21. 23^h 8.17. 22^h 11.13. 22^h

A Merkúr naptávolban: 1.10. 00^h 4.07. 23^h 7.04. 23^h 9.30. 22^h 12.27. 21^h

A Merkúr földközelben: 3.15. 06^h 0.6123 AU

7.15. 08^h 0.5736 AU

11.07. 18^h 0.6741 AU

Vénusz

dátum	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	RA h m	D ° '	Δ AU	m	\varnothing "	fázis	E °
	KÖZEI*			0 ^h UT-kor						
1.01.	8 26	13 07	17 48	20 07.8	-17 50	0.288	-4.3	58.0	0.06	K 20
1.06.	7 53	12 38	17 23	19 58.4	-16 58	0.274	-4.1	60.8	0.03	K 13
1.11.	7 17	12 06	16 54	19 46.2	-16 16	0.267	—	62.4	0.01	K 7
1.16.	6 42	11 33	16 24	19 33.0	-15 45	0.268	—	62.4	0.01	Ny 7
1.21.	6 09	11 02	15 54	19 21.0	-15 27	0.275	-4.0	60.6	0.02	Ny 13
1.26.	5 40	10 33	15 26	19 11.9	-15 20	0.290	-4.3	57.6	0.06	Ny 20
1.31.	5 16	10 09	15 02	19 07.0	-15 23	0.310	-4.4	53.8	0.10	Ny 26
2.05.	4 57	9 49	14 41	19 06.3	-15 33	0.335	-4.5	49.9	0.14	Ny 31
2.10.	4 42	9 33	14 24	19 09.7	-15 47	0.363	-4.6	45.9	0.19	Ny 35
2.15.	4 30	9 21	14 11	19 16.8	-16 02	0.395	-4.6	42.3	0.23	Ny 38
2.20.	4 22	9 11	14 00	19 26.9	-16 13	0.429	-4.6	38.9	0.28	Ny 41
2.25.	4 15	9 04	13 53	19 39.6	-16 19	0.464	-4.6	36.0	0.32	Ny 43
3.02.	4 10	8 59	13 49	19 54.3	-16 16	0.500	-4.5	33.4	0.35	Ny 44
3.07.	4 06	8 56	13 47	20 10.7	-16 04	0.538	-4.5	31.0	0.39	Ny 45
3.12.	4 02	8 54	13 47	20 28.3	-15 42	0.576	-4.4	29.0	0.42	Ny 46
3.17.	3 58	8 53	13 49	20 47.0	-15 08	0.615	-4.4	27.2	0.45	Ny 46
3.22.	3 54	8 53	13 52	21 06.4	-14 22	0.653	-4.3	25.5	0.48	Ny 46
3.27.	3*50	8*53	13*57	21 26.3	-13 24	0.693	-4.3	24.1	0.50	Ny 47
4.01.	3*45	8*54	14*03	21 46.7	-12 16	0.732	-4.2	22.8	0.53	Ny 46
4.06.	3*40	8*55	14*10	22 07.3	-10 56	0.771	-4.2	21.6	0.55	Ny 46
4.11.	3*34	8*56	14*18	22 28.1	-9 27	0.810	-4.1	20.6	0.58	Ny 46
4.16.	3*28	8*57	14*27	22 48.9	-7 50	0.849	-4.1	19.7	0.60	Ny 45
4.21.	3*21	8*58	14*36	23 09.9	-6 04	0.888	-4.1	18.8	0.62	Ny 45
4.26.	3*14	9*00	14*46	23 30.9	-4 12	0.926	-4.0	18.0	0.64	Ny 44
5.01.	3*07	9*01	14*56	23 51.9	-2 14	0.964	-4.0	17.3	0.66	Ny 43
5.06.	3*00	9*02	15*06	0 13.0	-0 12	1.002	-3.9	16.7	0.68	Ny 42
5.11.	2*52	9*04	15*16	0 34.2	+1 52	1.039	-3.9	16.1	0.69	Ny 42
5.16.	2*45	9*05	15*27	0 55.6	+3 58	1.076	-3.9	15.5	0.71	Ny 41
5.21.	2*37	9*07	15*39	1 17.2	+6 04	1.112	-3.9	15.0	0.73	Ny 40
5.26.	2*30	9*09	15*50	1 39.0	+8 08	1.147	-3.8	14.6	0.75	Ny 39
5.31.	2*23	9*12	16*02	2 01.1	+10 10	1.182	-3.8	14.1	0.76	Ny 38
6.05.	2*17	9*15	16*14	2 23.5	+12 07	1.216	-3.8	13.7	0.78	Ny 37
6.10.	2*11	9*18	16*26	2 46.4	+13 59	1.249	-3.8	13.4	0.79	Ny 36
6.15.	2*06	9*21	16*38	3 09.6	+15 44	1.281	-3.8	13.0	0.81	Ny 35
6.20.	2*02	9*25	16*50	3 33.3	+17 20	1.313	-3.7	12.7	0.82	Ny 33
6.25.	1*59	9*30	17*02	3 57.5	+18 47	1.343	-3.7	12.4	0.83	Ny 32
6.30.	1*57	9*35	17*14	4 22.2	+20 02	1.373	-3.7	12.2	0.85	Ny 31
7.05.	1*56	9*40	17*25	4 47.3	+21 04	1.401	-3.7	11.9	0.86	Ny 30
7.10.	1*58	9*46	17*35	5 12.8	+21 53	1.428	-3.7	11.7	0.87	Ny 29
7.15.	2*00	9*52	17*44	5 38.6	+22 27	1.455	-3.7	11.5	0.88	Ny 27

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m KÖZEI*			RA h m	D °	Δ AU	m	\varnothing "	fázis	E °
				0 ^h UT-kor						
7.20.	2*05	9*59	17*52	6 04.6	+22 46	1.480	-3.7	11.3	0.89	Ny 26
7.25.	2*11	10*05	17*59	6 30.8	+22 48	1.504	-3.7	11.1	0.90	Ny 25
7.30.	2*19	10*12	18*04	6 57.1	+22 34	1.527	-3.7	10.9	0.91	Ny 24
8.04.	2*29	10*18	18*07	7 23.2	+22 04	1.548	-3.7	10.8	0.92	Ny 22
8.09.	2*39	10*24	18*09	7 49.2	+21 18	1.568	-3.7	10.6	0.93	Ny 21
8.14.	2*51	10*30	18*09	8 15.0	+20 16	1.587	-3.7	10.5	0.94	Ny 20
8.19.	3*04	10*36	18*07	8 40.4	+19 00	1.605	-3.7	10.4	0.95	Ny 18
8.24.	3*17	10*41	18*05	9 05.5	+17 30	1.621	-3.7	10.3	0.95	Ny 17
8.29.	3*31	10*46	18*01	9 30.2	+15 48	1.636	-3.7	10.2	0.96	Ny 16
9.03.	3*45	10*51	17*56	9 54.4	+13 54	1.650	-3.7	10.1	0.97	Ny 14
9.08.	3*59	10*55	17*50	10 18.4	+11 51	1.662	-3.8	10.0	0.97	Ny 13
9.13.	4*13	10*59	17*44	10 41.9	+9 40	1.673	-3.8	10.0	0.98	Ny 12
9.18.	4*27	11*02	17*37	11 05.2	+7 22	1.683	-3.8	9.9	0.98	Ny 10
9.23.	4*41	11*06	17*30	11 28.3	+4 58	1.692	-3.8	9.9	0.99	Ny 9
9.28.	4*55	11*09	17*22	11 51.2	+2 31	1.699	-3.8	9.8	0.99	Ny 8
10.03.	5*09	11*12	17*14	12 14.1	+0 01	1.705	-3.8	9.8	0.99	Ny 7
10.08.	5*23	11*15	17*06	12 36.9	-2 29	1.709	-3.8	9.8	1.00	Ny 5
10.13.	5*37	11*19	16*59	12 59.9	-4 59	1.713	-3.8	9.7	1.00	Ny 4
10.18.	5*52	11*22	16*51	13 23.1	-7 26	1.715	-3.8	9.7	1.00	É 3
10.23.	6*06	11*26	16*44	13 46.5	-9 49	1.716	-3.9	9.7	1.00	É 2
10.28.	6*21	11*30	16*38	14 10.2	-12 07	1.716	-3.9	9.7	1.00	É 1
11.02.	6 36	11 34	16 32	14 34.4	-14 17	1.715	-3.9	9.7	1.00	K 2
11.07.	6 50	11 39	16 27	14 59.0	-16 19	1.713	-3.8	9.7	1.00	K 3
11.12.	7 05	11 45	16 24	15 24.1	-18 10	1.709	-3.8	9.8	1.00	K 4
11.17.	7 20	11 51	16 21	15 49.8	-19 49	1.705	-3.8	9.8	1.00	K 5
11.22.	7 34	11 57	16 20	16 15.9	-21 14	1.700	-3.8	9.8	0.99	K 6
11.27.	7 47	12 04	16 21	16 42.5	-22 24	1.693	-3.8	9.9	0.99	K 8
12.02.	7 59	12 11	16 23	17 09.5	-23 17	1.686	-3.8	9.9	0.99	K 9
12.07.	8 10	12 19	16 28	17 36.8	-23 52	1.677	-3.8	9.9	0.99	K 10
12.12.	8 20	12 27	16 34	18 04.2	-24 10	1.668	-3.8	10.0	0.98	K 11
12.17.	8 27	12 35	16 42	18 31.8	-24 09	1.658	-3.8	10.1	0.98	K 12
12.22.	8 33	12 42	16 52	18 59.2	-23 49	1.647	-3.7	10.1	0.97	K 14
12.27.	8 37	12 50	17 03	19 26.4	-23 11	1.635	-3.7	10.2	0.97	K 15
1.01.	8 38	12 57	17 16	19 53.3	-22 15	1.622	-3.7	10.3	0.96	K 16

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Vénusz napközben: 1.24. 23^h 9.06. 12^h

A Vénusz naptávolban: 5.17. 05^h 12.27. 21^h

A Vénusz földközben: 1.13. 06^h 0.2665 AU

Mars

dátum	kel h m	delel h m	nyugszik h m	RA h m	D ° '	Δ AU	m	ϕ "	fázis	E °
	KÖZEI*			0 ^h UT-kor						
1.01.	12 13	19 32	2 54	2 32.6	+16 37	0.775	-0.6	12.1	0.92	K 121
1.11.	11 40	19 04	2 31	2 43.8	+17 36	0.863	-0.3	10.8	0.91	K 113
1.21.	11 09	18 39	2 12	2 58.1	+18 43	0.956	-0.1	9.8	0.90	K 107
1.31.	10 41	18 17	1 55	3 14.8	+19 53	1.052	0.2	8.9	0.89	K 101
2.10.	10 14	17 56	1 41	3 33.5	+21 02	1.151	0.4	8.1	0.89	K 95
2.20.	9 49	17 38	1 28	3 53.9	+22 07	1.251	0.6	7.5	0.89	K 90
3.02.	9 25	17 20	1 16	4 15.7	+23 06	1.351	0.8	6.9	0.89	K 85
3.12.	9 04	17 04	1 05	4 38.7	+23 55	1.450	0.9	6.5	0.90	K 80
3.22.	8 45	16 48	0 53	5 02.5	+24 32	1.549	1.1	6.0	0.90	K 76
4.01.	8*27	16*33	0*41	5 27.1	+24 56	1.645	1.2	5.7	0.91	K 71
4.11.	8*12	16*19	0*27	5 52.3	+25 06	1.739	1.3	5.4	0.91	K 67
4.21.	7*59	16*05	0*13	6 17.8	+25 00	1.830	1.4	5.1	0.92	K 63
5.01.	7*48	15*52	23*55	6 43.5	+24 39	1.917	1.5	4.9	0.93	K 59
5.11.	7*38	15*38	23*38	7 09.3	+24 01	2.001	1.6	4.7	0.93	K 56
5.21.	7*29	15*24	23*18	7 34.9	+23 09	2.080	1.6	4.5	0.94	K 52
5.31.	7*22	15*10	22*58	8 00.4	+22 01	2.155	1.7	4.3	0.94	K 48
6.10.	7*16	14*56	22*36	8 25.7	+20 38	2.224	1.7	4.2	0.95	K 45
6.20.	7*10	14*41	22*13	8 50.6	+19 03	2.288	1.8	4.1	0.96	K 41
6.30.	7*04	14*27	21*48	9 15.1	+17 15	2.347	1.8	4.0	0.96	K 38
7.10.	6*59	14*11	21*23	9 39.4	+15 16	2.401	1.8	3.9	0.97	K 34
7.20.	6*54	13*56	20*57	10 03.3	+13 08	2.448	1.8	3.8	0.97	K 31
7.30.	6*49	13*40	20*31	10 27.0	+10 50	2.489	1.8	3.8	0.98	K 28
8.09.	6*44	13*24	20*04	10 50.5	+8 26	2.525	1.8	3.7	0.98	K 24
8.19.	6*40	13*08	19*36	11 13.9	+5 56	2.554	1.8	3.7	0.99	K 21
8.29.	6*35	12*52	19*09	11 37.3	+3 22	2.577	1.8	3.6	0.99	K 18
9.08.	6*30	12*36	18*42	12 00.8	+0 45	2.594	1.8	3.6	0.99	K 15
9.18.	6*26	12*21	18*14	12 24.5	-1 54	2.605	1.7	3.6	1.00	K 11
9.28.	6*22	12*05	17*48	12 48.4	-4 32	2.609	1.7	3.6	1.00	K 8
10.08.	6*19	11*50	17*21	13 12.8	-7 09	2.608	1.6	3.6	1.00	K 5
10.18.	6*16	11*36	16*55	13 37.7	-9 42	2.600	1.6	3.6	1.00	K 2
10.28.	6*13	11*22	16*30	14 03.3	-12 09	2.587	1.6	3.6	1.00	Ny 2
11.07.	6 11	11 09	16 06	14 29.6	-14 29	2.569	1.6	3.6	1.00	Ny 5
11.17.	6 09	10 57	15 43	14 56.7	-16 39	2.545	1.6	3.7	1.00	Ny 8
11.27.	6 08	10 45	15 22	15 24.7	-18 36	2.516	1.6	3.7	1.00	Ny 11
12.07.	6 06	10 35	15 03	15 53.6	-20 19	2.483	1.5	3.8	0.99	Ny 14
12.17.	6 04	10 25	14 45	16 23.4	-21 44	2.446	1.5	3.8	0.99	Ny 17
12.27.	6 02	10 16	14 31	16 54.0	-22 49	2.405	1.5	3.9	0.99	Ny 20

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Mars naptávolban: 6.26. 01^h

A Mars centrálmeridiánjának hosszúsága (fok)

nap 0 ^h UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	12	79	171	232	303	3	72	129	185	250	306	13
2.	3	69	161	223	293	354	62	119	175	240	296	3
3.	354	60	151	213	284	344	52	109	165	230	286	353
4.	344	50	142	203	274	334	42	99	155	220	277	344
5.	335	41	132	194	264	324	33	90	145	211	267	334
6.	325	31	123	184	255	315	23	80	136	201	257	324
7.	316	21	113	175	245	305	13	70	126	191	247	314
8.	307	12	103	165	235	295	3	60	116	181	238	305
9.	297	2	94	155	226	286	354	50	106	171	228	295
10.	288	353	84	146	216	276	344	41	96	162	218	285
11.	278	343	74	136	207	266	334	31	86	152	208	275
12.	269	334	65	126	197	257	324	21	77	142	198	266
13.	259	324	55	117	187	247	315	11	67	132	189	256
14.	250	314	46	107	177	237	305	1	57	122	179	246
15.	240	305	36	97	168	227	295	352	47	113	169	236
16.	231	295	26	88	158	218	285	342	37	103	159	227
17.	221	286	17	78	148	208	276	332	27	93	150	217
18.	212	276	7	69	139	198	266	322	18	83	140	207
19.	203	267	358	59	129	188	256	312	8	73	130	197
20.	193	257	348	49	119	179	246	303	358	64	120	188
21.	184	247	338	40	110	169	237	293	348	54	110	178
22.	174	238	329	30	100	159	227	283	338	44	101	168
23.	165	228	319	20	90	150	217	273	329	34	91	158
24.	155	219	309	11	81	140	207	263	319	24	81	149
25.	145	209	300	1	71	130	197	253	309	15	71	139
26.	136	199	290	351	61	120	188	244	299	5	62	129
27.	126	190	281	342	52	111	178	234	289	355	52	119
28.	117	180	271	332	42	101	168	224	279	345	42	110
29.	107		261	322	32	91	158	214	270	335	32	100
30.	98		252	313	23	81	148	204	260	326	23	90
31.	88		242		13		139	195		316		80

A centrálmeridián hosszúságváltozása

óra	°	óra	°	óra	°
1	14.6	9	131.4	17	248.3
2	29.2	10	146.0	18	262.9
3	43.8	11	160.6	19	277.5
4	58.4	12	175.2	20	292.1
5	73.0	13	189.9	21	306.7
6	87.6	14	204.5	22	321.3
7	102.2	15	219.1	23	335.9
8	116.8	16	233.7	24	350.5

Jupiter

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	Δ AU	m	ø "	E °
	KÖZEI*			0 ^h UT-kor					
1.01.	2 50	7 46	12 42	14 44.8	-14 47	5.911	-1.8	33.4	Ny 57
1.11.	2 19	7 12	12 06	14 50.8	-15 13	5.767	-1.9	34.2	Ny 66
1.21.	1 46	6 38	11 30	14 56.1	-15 35	5.614	-1.9	35.1	Ny 75
1.31.	1 13	6 03	10 54	15 00.4	-15 52	5.455	-2.0	36.1	Ny 84
2.10.	0 38	5 27	10 17	15 03.8	-16 04	5.292	-2.1	37.3	Ny 93
2.20.	0 01	4 50	9 39	15 06.0	-16 11	5.131	-2.1	38.4	Ny 103
3.02.	23 19	4 12	9 01	15 07.0	-16 14	4.976	-2.2	39.6	Ny 112
3.12.	22 39	3 32	8 21	15 06.8	-16 11	4.831	-2.3	40.8	Ny 122
3.22.	21 58	2 52	7 41	15 05.3	-16 03	4.702	-2.3	41.9	Ny 133
4.01.	21*15	2*10	7*00	15 02.6	-15 51	4.592	-2.4	42.9	Ny 143
4.11.	20*30	1*27	6*19	14 58.9	-15 35	4.506	-2.4	43.8	Ny 154
4.21.	19*45	0*43	5*36	14 54.5	-15 15	4.447	-2.5	44.3	Ny 165
5.01.	18*59	23*54	4*54	14 49.6	-14 54	4.416	-2.5	44.6	Ny 176
5.11.	18*13	23*10	4*11	14 44.6	-14 32	4.416	-2.5	44.6	K 173
5.21.	17*27	22*26	3*29	14 39.8	-14 11	4.446	-2.5	44.3	K 162
5.31.	16*42	21*42	2*47	14 35.5	-13 53	4.504	-2.4	43.8	K 151
6.10.	15*58	21*00	2*05	14 32.0	-13 38	4.588	-2.4	43.0	K 141
6.20.	15*16	20*18	1*24	14 29.5	-13 29	4.693	-2.3	42.0	K 131
6.30.	14*35	19*37	0*44	14 28.1	-13 25	4.817	-2.3	40.9	K 121
7.10.	13*56	18*58	0*04	14 27.9	-13 27	4.954	-2.2	39.8	K 111
7.20.	13*18	18*20	23*21	14 28.9	-13 34	5.101	-2.1	38.6	K 102
7.30.	12*42	17*42	22*43	14 30.9	-13 47	5.253	-2.1	37.5	K 93
8.09.	12*07	17*06	22*05	14 34.1	-14 04	5.407	-2.0	36.5	K 84
8.19.	11*34	16*31	21*29	14 38.2	-14 26	5.558	-2.0	35.5	K 76
8.29.	11*01	15*57	20*52	14 43.2	-14 52	5.704	-1.9	34.6	K 67
9.08.	10*30	15*23	20*17	14 49.1	-15 20	5.840	-1.9	33.8	K 59
9.18.	10*00	14*51	19*41	14 55.6	-15 51	5.966	-1.8	33.0	K 51
9.28.	9*30	14*19	19*07	15 02.8	-16 23	6.077	-1.8	32.4	K 43
10.08.	9*02	13*47	18*32	15*10.6	-16 56	6.172	-1.8	31.9	K 35
10.18.	8*33	13*16	17*58	15 18.8	-17 30	6.250	-1.7	31.5	K 27
10.28.	8*05	12*45	17*25	15 27.4	-18 03	6.309	-1.7	31.2	K 20
11.07.	7 38	12 15	16 52	15 36.2	-18 35	6.347	-1.7	31.1	K 12
11.17.	7 10	11 44	16 19	15 45.3	-19 06	6.364	-1.7	31.0	K 4
11.27.	6 42	11 14	15 46	15 54.5	-19 35	6.359	-1.7	31.0	Ny 4
12.07.	6 14	10 44	15 13	16 03.7	-20 02	6.333	-1.7	31.1	Ny 12
12.17.	5 47	10 14	14 41	16 12.9	-20 27	6.285	-1.7	31.4	Ny 20
12.27.	5 18	9 43	14 09	16 21.8	-20 49	6.216	-1.8	31.7	Ny 28

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Jupiter földközelen: 5.06. 10^h 4.4127 AU

A Jupiter centrálmeridiánjának hosszúsága (fok) I. rsz.

nap 0 ^h UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	71	284	26	244	305	163	220	72	281	331	179	229
2.	228	82	184	42	103	321	18	230	79	129	336	27
3.	26	240	342	200	261	119	176	28	237	287	134	184
4.	184	38	140	358	59	277	334	185	34	84	292	342
5.	342	196	298	156	217	75	132	343	192	242	89	140
6.	140	353	96	314	15	233	290	141	350	39	247	297
7.	298	151	254	112	173	31	87	298	147	197	45	95
8.	95	309	52	270	331	189	245	96	305	355	202	253
9.	253	107	210	68	129	347	43	254	103	152	0	50
10.	51	265	8	226	287	145	201	52	260	310	158	208
11.	209	63	166	24	85	303	359	209	58	108	315	6
12.	7	221	324	182	243	101	156	7	216	265	113	164
13.	165	19	122	340	41	258	314	165	13	63	271	321
14.	322	177	280	138	199	56	112	323	171	221	68	119
15.	120	335	78	296	357	214	270	120	329	18	226	277
16.	278	133	236	95	155	12	68	278	126	176	24	74
17.	76	291	34	253	313	170	225	76	284	334	181	232
18.	234	88	192	51	111	328	23	233	82	131	339	30
19.	32	246	350	209	269	126	181	31	239	289	137	187
20.	189	44	148	7	67	284	339	189	37	87	294	345
21.	347	202	306	165	225	82	137	347	195	244	92	143
22.	145	0	104	323	23	240	294	144	352	42	250	301
23.	303	158	262	121	181	37	92	302	150	200	47	98
24.	101	316	60	279	339	195	250	100	308	357	205	256
25.	259	114	218	77	137	353	48	257	105	155	3	54
26.	57	272	16	235	295	151	205	55	263	313	160	212
27.	215	70	174	33	93	309	3	213	61	110	318	9
28.	12	228	332	191	251	107	161	10	218	268	116	167
29.	170		130	349	49	265	319	168	16	66	273	325
30.	328		288	147	207	63	117	326	174	223	71	122
31.	126		86		5		274	123		21		280

A centrálmeridián hosszúságváltozása (fok)

óra	0	10	20	30	40	50
			perc			
0	0.0	6.1	12.2	18.3	24.4	30.5
1	36.6	42.7	48.8	54.9	61.0	67.1
2	73.2	79.3	85.4	91.5	97.5	103.6
3	109.7	115.8	121.9	128.0	134.1	140.2
4	146.3	152.4	158.5	164.6	170.7	176.8
5	182.9	189.0	195.1	201.2	207.3	213.4
6	219.5	225.6	231.7	237.8	243.9	250.0
7	256.1	262.2	268.3	274.4	280.5	286.6
8	292.7	298.8	304.9	311.0	317.0	323.1
9	329.2	335.3	341.4	347.5	353.6	359.7

A Jupiter centrálmeridiánjának hosszúsága (fok) II. rsz.

nap 0 ^h UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	246	223	111	93	285	266	95	70	42	224	194	16
2.	36	13	261	243	75	57	245	220	192	14	344	166
3.	186	163	52	33	226	207	35	10	342	164	134	316
4.	337	314	202	184	16	357	185	160	133	314	285	106
5.	127	104	352	334	166	148	335	310	283	104	75	256
6.	277	254	143	125	317	298	126	100	73	254	225	46
7.	67	44	293	275	107	88	276	250	223	44	15	196
8.	217	195	83	65	258	239	66	41	13	194	165	346
9.	7	345	234	216	48	29	216	191	163	344	315	136
10.	158	135	24	6	198	179	6	341	313	134	105	286
11.	308	285	174	157	349	329	157	131	103	284	255	76
12.	98	76	325	307	139	120	307	281	253	74	45	226
13.	248	226	115	97	290	270	97	71	43	224	195	17
14.	39	16	266	248	80	60	247	221	193	14	345	167
15.	189	167	56	38	230	211	37	11	343	164	135	317
16.	339	317	206	189	21	1	187	161	133	314	285	107
17.	129	107	357	339	171	151	338	311	283	104	75	257
18.	279	257	147	129	321	301	128	101	73	254	225	47
19.	70	48	297	280	112	92	278	252	223	44	15	197
20.	220	198	88	70	262	242	68	42	13	194	165	347
21.	10	348	238	221	53	32	218	192	163	344	315	137
22.	160	139	29	11	203	182	8	342	313	134	105	287
23.	311	289	179	161	353	333	159	132	103	284	255	77
24.	101	79	329	312	144	123	309	282	253	74	45	228
25.	251	230	120	102	294	273	99	72	43	224	195	18
26.	41	20	270	253	84	63	249	222	193	14	345	168
27.	191	170	61	43	235	214	39	12	343	164	136	318
28.	342	321	211	194	25	4	189	162	133	314	286	108
29.	132		1	344	175	154	339	312	283	104	76	258
30.	282		152	134	326	304	130	102	74	254	226	48
31.	72		302		116		280	252		44		198

A centrálmeridián hosszúságváltozása (fok)

óra	perc					
	0	10	20	30	40	50
0	0.0	6.0	12.1	18.1	24.2	30.2
1	36.3	42.3	48.4	54.4	60.5	66.5
2	72.5	78.5	84.6	90.6	96.7	102.7
3	108.8	114.8	120.9	126.9	133.0	139.0
4	145.1	151.1	157.2	163.2	169.3	175.3
5	181.3	187.3	193.4	199.4	205.5	211.5
6	217.6	223.6	229.7	235.7	241.8	247.8
7	253.8	259.8	265.9	271.9	278.0	284.0
8	290.1	296.1	302.2	308.2	314.3	320.3
9	326.4	332.4	338.5	344.5	350.5	356.6

Szaturnusz

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	Δ AU	m	ø "	b "	E °
	KÖZEI*			0 ^h UT-kor						
1.01.	18 20	1 52	9 20	8 50.2	+18 22	8.238	-0.1	20.2	-17.0	Ny 150
1.11.	17 37	1 10	8 38	8 47.3	+18 35	8.171	-0.1	20.3	-17.3	Ny 161
1.21.	16 53	0 27	7 57	8 44.2	+18 48	8.134	-0.2	20.4	-17.7	Ny 172
1.31.	16 09	23 41	7 16	8 40.8	+19 02	8.128	-0.2	20.4	-18.0	K 177
2.10.	15 26	22 58	6 34	8 37.6	+19 15	8.154	-0.2	20.4	-18.2	K 166
2.20.	14 42	22 16	5 53	8 34.5	+19 27	8.211	-0.1	20.2	-18.3	K 155
3.02.	14 00	21 34	5 12	8 31.9	+19 37	8.296	-0.1	20.0	-18.3	K 144
3.12.	13 17	20 52	4 31	8 29.8	+19 45	8.405	-0.0	19.8	-18.3	K 134
3.22.	12 36	20 12	3 51	8 28.4	+19 50	8.535	0.1	19.5	-18.1	K 123
4.01.	11*56	19*32	3*11	8 27.7	+19 53	8.682	0.1	19.1	-17.8	K 113
4.11.	11*17	18*53	2*32	8 27.7	+19 53	8.840	0.2	18.8	-17.5	K 103
4.21.	10*39	18*14	1*53	8 28.5	+19 50	9.004	0.2	18.5	-17.2	K 94
5.01.	10*01	17*36	1*15	8 30.0	+19 45	9.170	0.3	18.1	-16.7	K 84
5.11.	9*25	16*59	0*37	8 32.2	+19 38	9.334	0.3	17.8	-16.3	K 75
5.21.	8*49	16*23	23*56	8 35.0	+19 28	9.491	0.3	17.5	-15.9	K 66
5.31.	8*14	15*47	23*19	8 38.3	+19 16	9.638	0.3	17.2	-15.4	K 58
6.10.	7*40	15*11	22*42	8 42.1	+19 01	9.771	0.4	17.0	-15.0	K 49
6.20.	7*06	14*36	22*06	8 46.4	+18 45	9.888	0.4	16.8	-14.5	K 40
6.30.	6*33	14*01	21*29	8 50.9	+18 28	9.986	0.4	16.6	-14.0	K 32
7.10.	6*00	13*27	20*53	8 55.8	+18 09	10.064	0.4	16.5	-13.6	K 24
7.20.	5*28	12*53	20*17	9 00.8	+17 49	10.119	0.4	16.4	-13.2	K 15
7.30.	4*55	12*18	19*41	9 05.9	+17 28	10.152	0.3	16.4	-12.9	K 7
8.09.	4*23	11*44	19*05	9 11.0	+17 06	10.161	0.3	16.4	-12.5	É 1
8.19.	3*51	11*10	18*29	9 16.1	+16 44	10.146	0.4	16.4	-12.1	Ny 10
8.29.	3*18	10*36	17*53	9 21.2	+16 22	10.107	0.4	16.4	-11.8	Ny 18
9.08.	2*45	10*01	17*17	9 26.0	+16 00	10.045	0.5	16.5	-11.5	Ny 26
9.18.	2*12	9*26	16*40	9 30.7	+15 40	9.961	0.5	16.7	-11.3	Ny 35
9.28.	1*39	8*51	16*03	9 35.0	+15 20	9.856	0.5	16.9	-11.1	Ny 44
10.08.	1*05	8*16	15*27	9 38.9	+15 02	9.733	0.6	17.1	-10.9	Ny 53
10.18.	0*31	7*40	14*49	9 42.4	+14 47	9.595	0.6	17.3	-10.7	Ny 62
10.28.	23*52	7*04	14*12	9 45.4	+14 33	9.443	0.5	17.6	-10.7	Ny 71
11.07.	23 15	6 27	13 34	9 47.8	+14 23	9.283	0.5	17.9	-10.7	Ny 80
11.17.	22 38	5 49	12 56	9 49.5	+14 16	9.119	0.5	18.2	-10.7	Ny 90
11.27.	22 00	5 11	12 17	9 50.6	+14 13	8.954	0.5	18.6	-10.9	Ny 100
12.07.	21 21	4 32	11 39	9 50.9	+14 13	8.794	0.4	18.9	-11.1	Ny 110
12.17.	20 41	3 52	10 59	9 50.6	+14 17	8.644	0.4	19.2	-11.3	Ny 120
12.27.	20 00	3 12	10 19	9 49.5	+14 25	8.509	0.3	19.5	-11.6	Ny 130

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Szaturnusz földközelen: 1.27. 19^h 8.1268 AU

Uránusz

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m				RA h m	D °	Δ AU	m	ø "	E °
	KÖZEI*				0 ^h UT-kor					
1.01.	10 17	15 38	21 00		22 38.7	-9 22	20.589	5.9	3.4	K 57
1.26.	8 41	14 04	19 27		22 42.9	-8 57	20.895	5.9	3.4	K 33
2.20.	7 06	12 31	17 56		22 47.9	-8 26	21.053	5.9	3.3	K 9
3.17.	5 30	10 58	16 26		22 53.3	-7 54	21.039	5.9	3.4	Ny 15
4.11.	3*55	9*25	14*55		22 58.2	-7 24	20.858	5.9	3.4	Ny 38
5.06.	2*18	7*50	13*22		23 02.0	-7 01	20.543	5.9	3.4	Ny 61
5.31.	0*41	6*14	11*47		23 04.4	-6 47	20.146	5.9	3.5	Ny 85
6.25.	23*00	4*36	10*09		23 04.9	-6 45	19.734	5.8	3.6	Ny 109
7.20.	21*21	2*57	8*29		23 03.6	-6 54	19.378	5.8	3.6	Ny 133
8.14.	19*41	1*16	6*47		23 00.9	-7 11	19.143	5.7	3.7	Ny 157
9.08.	18*01	23*30	5*03		22 57.3	-7 34	19.077	5.7	3.7	K 177
10.03.	16*20	21*48	3*20		22 53.7	-7 55	19.195	5.7	3.7	K 152
10.28.	14*41	20*07	1*38		22 51.2	-8 10	19.477	5.8	3.6	K 127
11.22.	13 02	18 28	23 54		22 50.4	-8 14	19.870	5.8	3.5	K 101
12.17.	11 24	16 51	22 18		22 51.5	-8 06	20.298	5.9	3.5	K 76

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

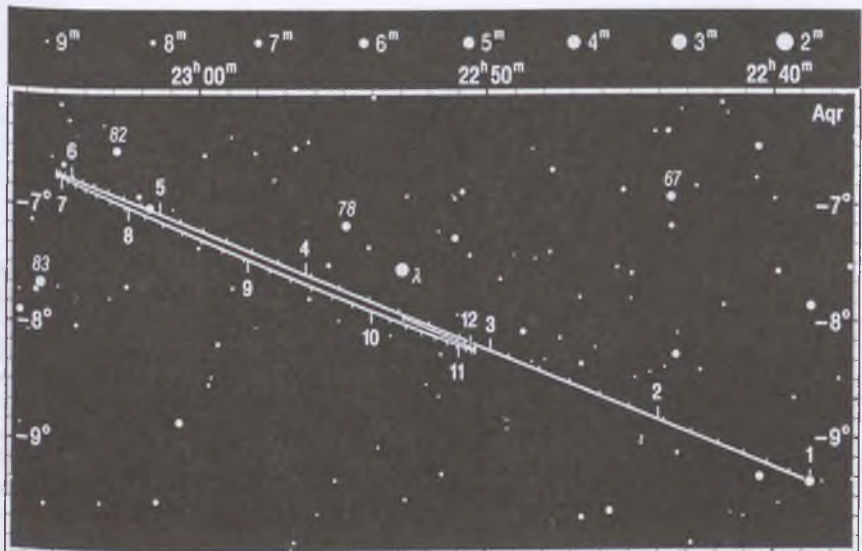
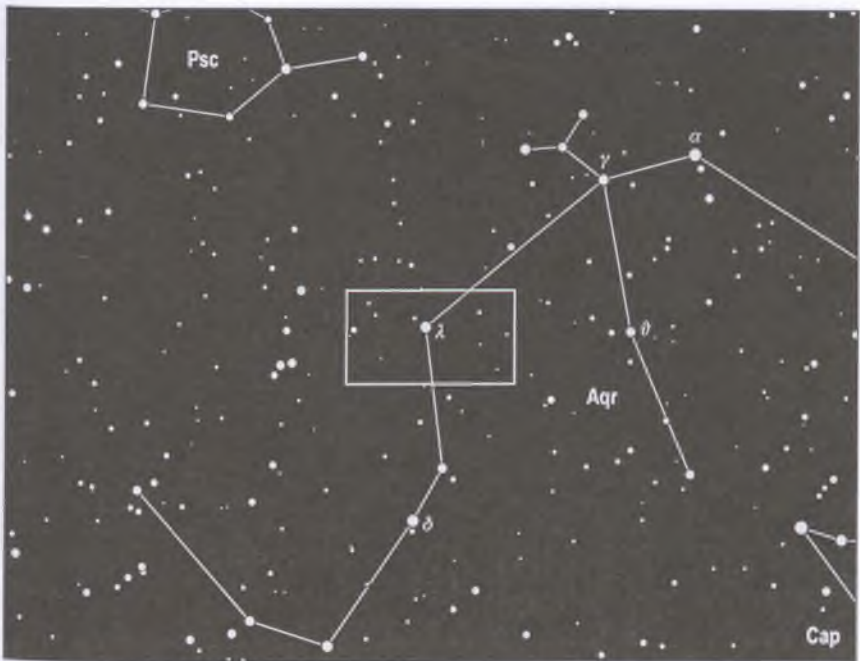
A Uránusz földközeli: 9.04. 12^h 19.0754 AU

Neptunusz

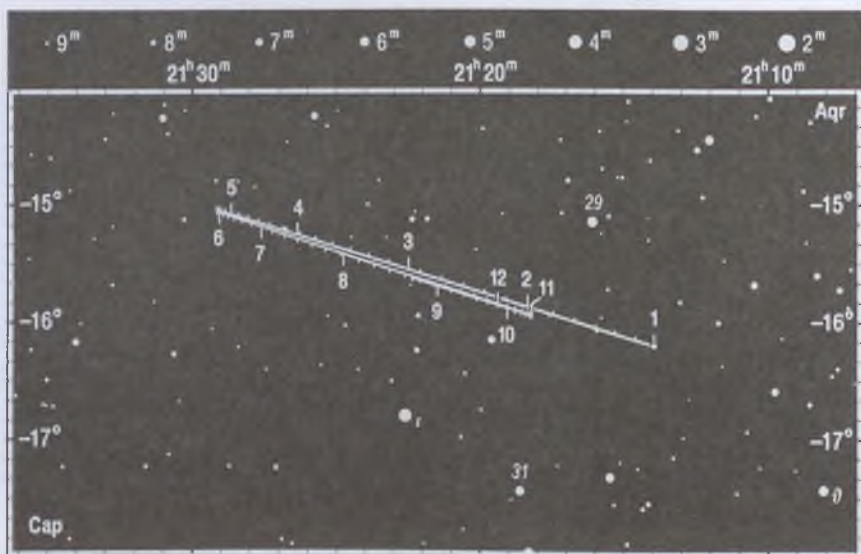
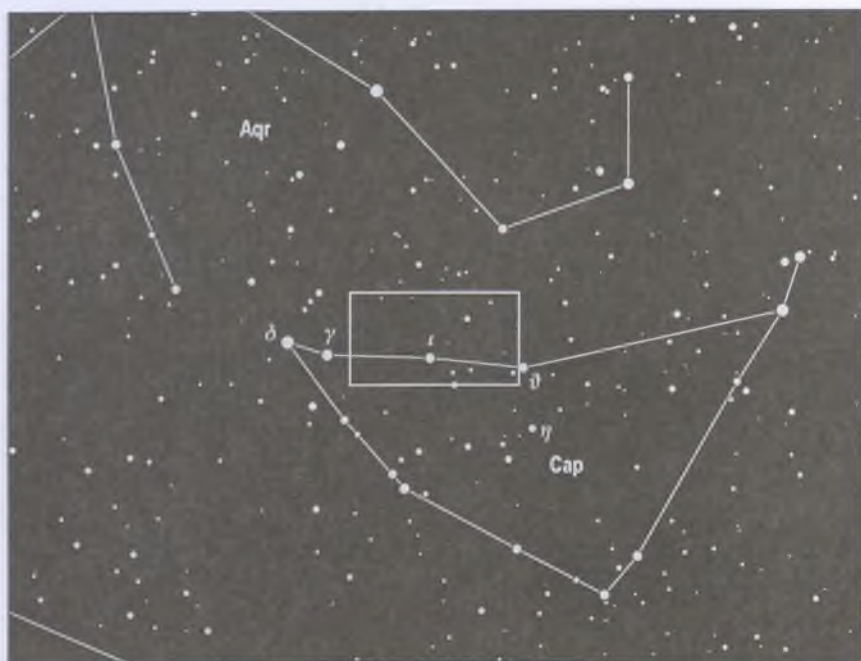
dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m				RA h m	D °	Δ AU	m	ø "	E °
	KÖZEI*				0 ^h UT-kor					
1.01.	9 25	14 14	19 03		21 13.9	-16 12	30.853	8.0	2.2	K 36
1.26.	7 49	12 39	17 29		21 17.5	-15 56	31.024	8.0	2.2	K 11
2.20.	6 13	11 04	15 56		21 21.2	-15 39	31.018	8.0	2.2	Ny 13
3.17.	4 37	9 30	14 23		21 24.6	-15 23	30.839	8.0	2.2	Ny 38
4.11.	3*00	7*54	12*48		21 27.3	-15 11	30.519	7.9	2.2	Ny 62
5.06.	1*23	6*17	11*12		21 28.9	-15 04	30.116	7.9	2.3	Ny 86
5.31.	23*41	4*39	9*34		21 29.1	-15 04	29.699	7.9	2.3	Ny 110
6.25.	22*02	3*00	7*54		21 28.0	-15 09	29.342	7.9	2.3	Ny 134
7.20.	20*22	1*19	6*13		21 26.0	-15 19	29.108	7.8	2.3	Ny 158
8.14.	18*42	23*34	4*31		21 23.4	-15 32	29.041	7.8	2.4	K 177
9.08.	17*02	21*54	2*49		21 20.8	-15 44	29.156	7.8	2.3	K 152
10.03.	15*23	20*14	1*08		21 18.9	-15 53	29.432	7.9	2.3	K 128
10.28.	13*44	18*35	23*25		21 18.2	-15 56	29.819	7.9	2.3	K 103
11.22.	12 06	16 57	21 47		21 18.8	-15 54	30.247	7.9	2.3	K 78
12.17.	10 29	15 21	20 12		21 20.8	-15 45	30.636	8.0	2.2	K 53

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Neptunusz földközeli: 8.10. 17^h 29.0398 AU



Az Uránusz keresőtérképe



A Neptunusz keresőtérképe

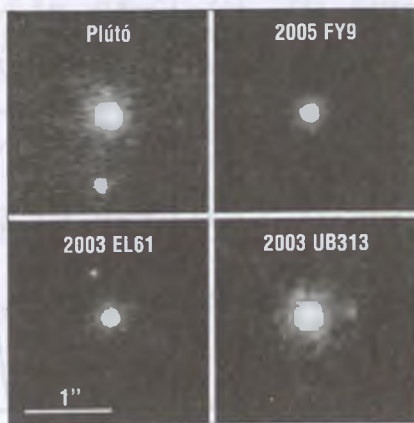
Plútó

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m KÖZEI*			RA h m s	D ° ' "	Δ AU 0 ^h UT-kor	m	ϕ "	E °
1.01.	5 49	10 39	15 30	17 38 36	−15 52 40	31.990	14.0	0.1	Ny 17
1.26.	4 14	9 05	13 55	17 42 05	−15 54 00	31.803	14.0	0.1	Ny 41
2.20.	2 38	7 29	12 19	17 44 42	−15 52 44	31.479	14.0	0.1	Ny 65
3.17.	1 01	5 52	10 43	17 46 06	−15 49 43	31.078	13.9	0.1	Ny 90
4.11.	23*19	4*14	9*05	17 46 06	−15 46 04	30.676	13.9	0.1	Ny 114
5.06.	21*39	2*34	7*25	17 44 48	−15 42 59	30.348	13.9	0.1	Ny 138
5.31.	19*58	0*54	5*45	17 42 33	−15 41 29	30.155	13.9	0.1	Ny 162
6.25.	18*17	23*09	4*04	17 39 52	−15 42 17	30.134	13.9	0.1	K 169
7.20.	16*37	21*28	2*23	17 37 24	−15 45 43	30.290	13.9	0.1	K 147
8.14.	14*57	19*48	0*42	17 35 42	−15 51 38	30.595	13.9	0.1	K 123
9.08.	13*19	18*09	22*59	17 35 10	−15 59 29	30.997	13.9	0.1	K 99
10.03.	11*42	16*32	21*21	17 36 00	−16 08 21	31.426	14.0	0.1	K 75
10.28.	10*07	14*55	19*44	17 38 08	−16 17 05	31.809	14.0	0.1	K 51
11.22.	8 32	13 20	18 08	17 41 17	−16 24 32	32.079	14.0	0.1	K 27
12.17.	6 58	11 46	16 33	17 45 01	−16 29 48	32.190	14.0	0.1	K 7

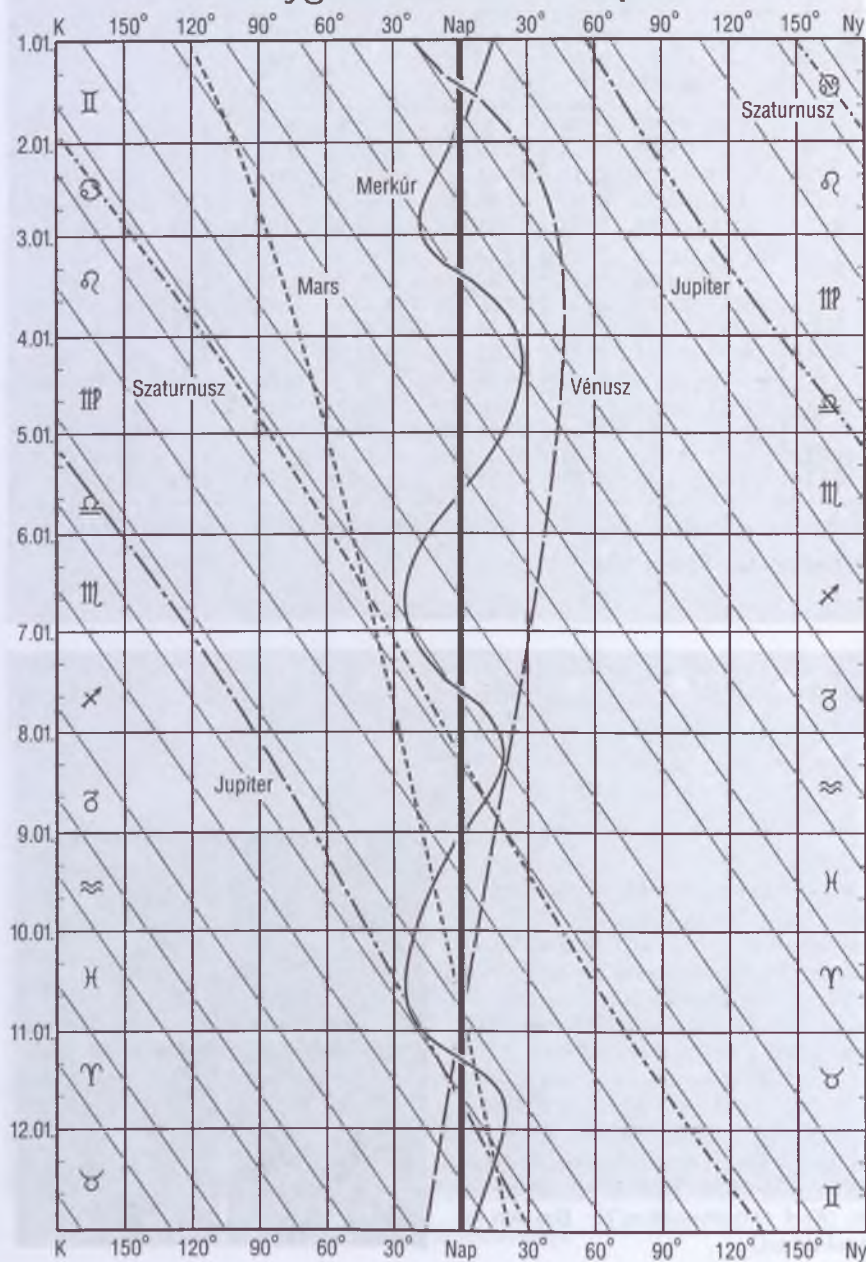
* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Plútó földközeli: 6.15. 11^h 30.1209 AU

A négy legnagyobb Kuiper-objektum a Keck II-teleszkóp felvételein. A 0''.1 felbontású képek a műszer új fejlesztésű, lézeres műcsillagot használó adaptív optikájával készültek. A csúcstechnikának köszönhetően két égitest körül is sikerült holdat felfedezni (2003 EL61 és 2003 UB313), illetve a Plútó 1978 óta ismert holdját megörököteni. A 2003 UB313 jelű égitest 2005 nyarán azzal került a lapok címlapjára, hogy mérete felülmúlja a Plútóét, az előzetes becslések szerint 2600–2800 km átmérőjű lehet. (Keck Observatórium/M. BROWN és munkatársai)



A bolygók kitérése a Naptól



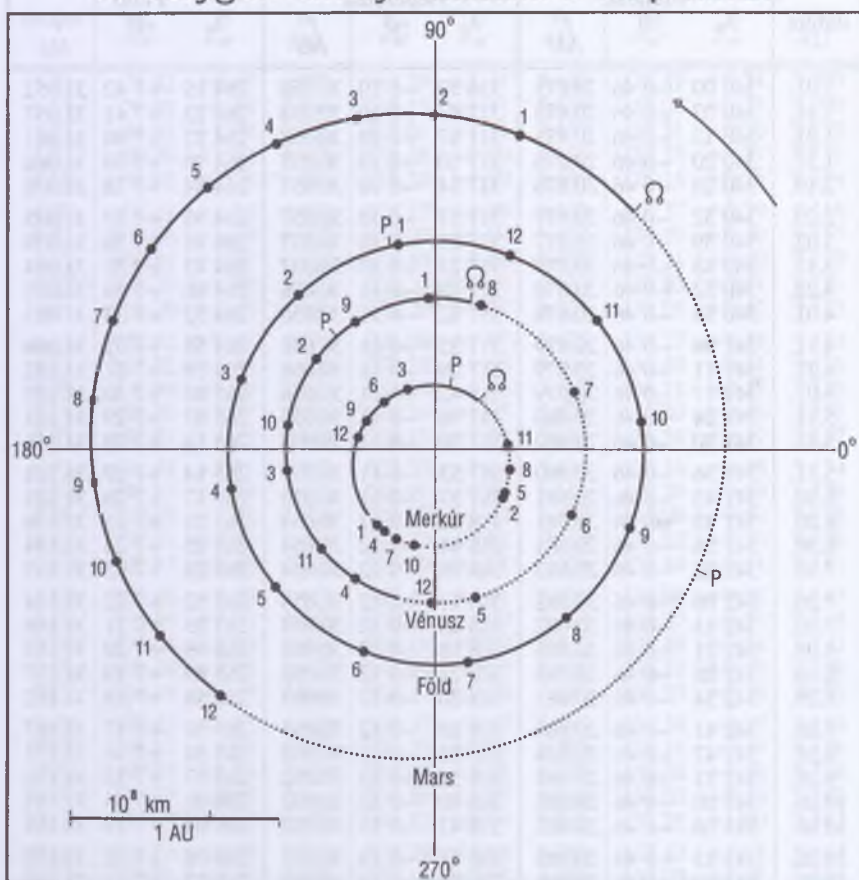
A bolygók ekliptikai koordinátái

dátum	Merkúr			Vénusz			Föld		
	λ_e °	β °	r AU	λ_e °	β °	r AU	λ_e °	β "	r AU
1.01.	232 13	-0 29	0.455	92 32	+0 56	0.720	100 21	-2.2	0.983
1.11.	260 01	-3 42	0.467	108 44	+1 48	0.719	110 32	-3.1	0.983
1.21.	288 19	-6 04	0.450	124 57	+2 32	0.718	120 43	-2.2	0.984
1.31.	320 55	-7 00	0.408	141 12	+3 04	0.719	130 53	-1.7	0.985
2.10.	2 48	-5 01	0.352	157 27	+3 21	0.719	141 01	-2.2	0.987
2.20.	58 32	+1 15	0.310	173 41	+3 22	0.720	151 07	-0.7	0.989
3.02.	120 26	+6 40	0.322	189 52	+3 07	0.721	161 11	-0.6	0.991
3.12.	170 50	+5 55	0.375	206 00	+2 38	0.722	171 11	-0.5	0.994
3.22.	207 59	+2 27	0.428	222 02	+1 56	0.723	181 09	+1.0	0.996
4.01.	237 59	-1 11	0.460	238 01	+1 05	0.725	191 03	+0.6	0.999
4.11.	265 37	-4 15	0.465	253 55	+0 10	0.726	200 53	+1.3	1.002
4.21.	294 27	-6 25	0.443	269 47	-0 46	0.727	210 40	+2.4	1.005
5.01.	328 28	-6 54	0.397	285 36	-1 39	0.728	220 25	+1.7	1.007
5.11.	12 57	-4 04	0.341	301 25	-2 23	0.728	230 06	+2.8	1.010
5.21.	71 14	+2 44	0.308	317 13	-2 57	0.728	239 44	+3.1	1.012
5.31.	131 56	+6 58	0.331	333 03	-3 18	0.728	249 21	+2.5	1.014
6.10.	179 15	+5 18	0.387	348 55	-3 24	0.727	258 55	+3.6	1.015
6.20.	214 28	+1 41	0.436	4 49	-3 14	0.726	268 28	+3.0	1.016
6.30.	243 40	-1 52	0.463	20 45	-2 49	0.725	278 00	+2.8	1.017
7.10.	271 15	-4 47	0.463	36 44	-2 11	0.724	287 32	+3.5	1.017
7.20.	300 48	-6 41	0.436	52 45	-1 23	0.722	297 05	+2.2	1.016
7.30.	336 28	-6 40	0.386	68 50	-0 28	0.721	306 38	+2.4	1.015
8.09.	23 44	-2 56	0.331	84 57	+0 29	0.720	316 12	+2.4	1.014
8.19.	84 03	+4 06	0.308	101 07	+1 24	0.719	325 48	+1.0	1.012
8.29.	142 48	+6 59	0.341	117 20	+2 13	0.719	335 27	+1.4	1.010
9.08.	187 10	+4 37	0.398	133 34	+2 51	0.718	345 08	+0.6	1.008
9.18.	220 43	+0 56	0.444	149 49	+3 15	0.719	354 52	-0.4	1.005
9.28.	249 17	-2 31	0.466	166 04	+3 24	0.719	4 39	+0.1	1.002
10.08.	276 59	-5 16	0.460	182 16	+3 16	0.720	14 29	-1.3	0.999
10.18.	307 23	-6 53	0.427	198 26	+2 53	0.721	24 23	-1.7	0.996
10.28.	344 57	-6 16	0.374	214 31	+2 17	0.723	34 20	-1.5	0.994
11.07.	35 08	-1 36	0.322	230 31	+1 30	0.724	44 21	-2.9	0.991
11.17.	96 49	+5 15	0.311	246 27	+0 36	0.725	54 24	-2.6	0.989
11.27.	153 00	+6 47	0.352	262 20	-0 20	0.727	64 30	-2.7	0.987
12.07.	194 39	+3 54	0.409	278 10	-1 15	0.727	74 38	-3.7	0.985
12.17.	226 46	+0 11	0.450	293 59	-2 04	0.728	84 48	-2.8	0.984
12.27.	254 52	-3 09	0.467	309 47	-2 43	0.728	94 59	-3.3	0.983

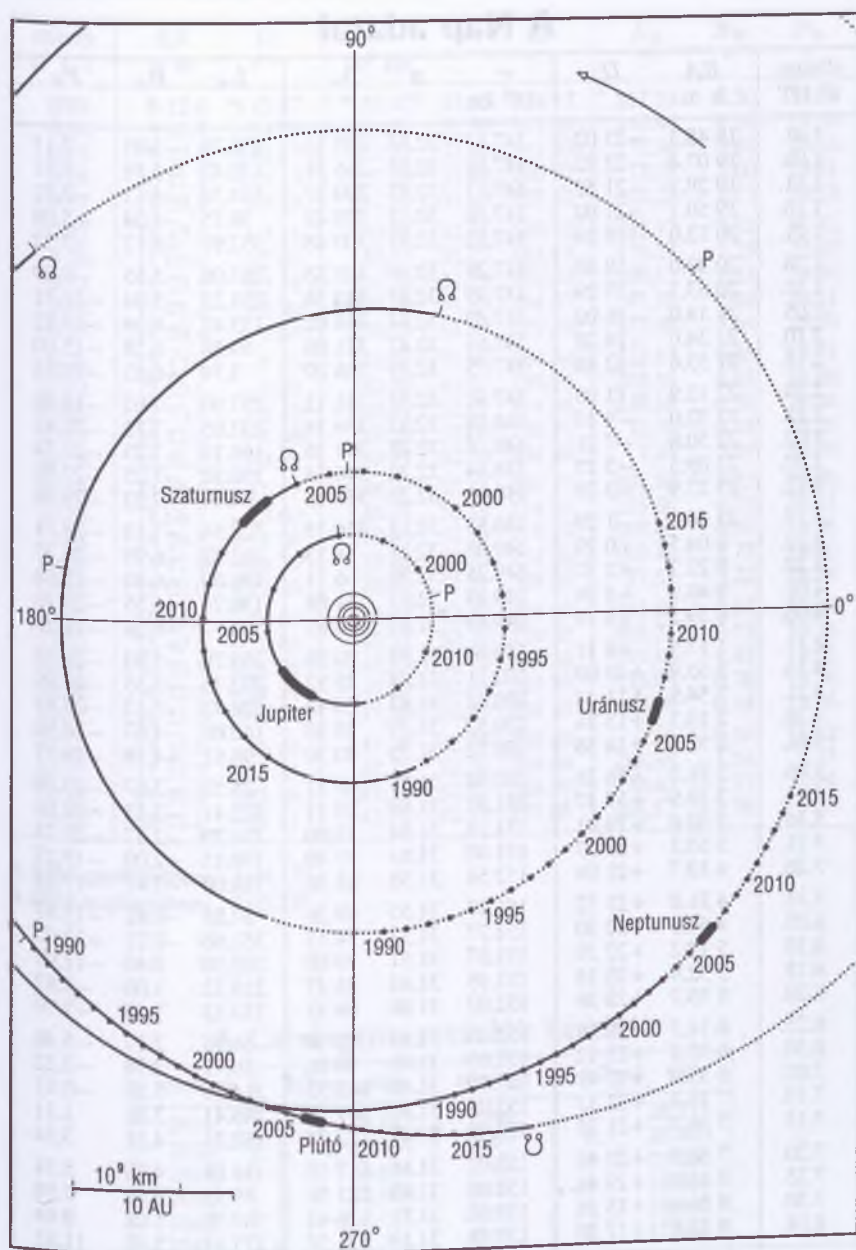
dátum	Mars			Jupiter			Szaturnusz		
	λ_e ° ' "	β ° ' "	r AU	λ_e ° ' "	β ° ' "	r AU	λ_e ° ' "	β ° ' "	r AU
1.01.	74 32	+0 47	1.531	214 29	+1 11	5.440	126 47	+0 34	9.107
1.11.	79 39	+0 56	1.544	215 15	+1 11	5.439	127 09	+0 35	9.109
1.21.	84 42	+1 04	1.557	216 01	+1 11	5.437	127 31	+0 36	9.110
1.31.	89 39	+1 12	1.569	216 46	+1 10	5.436	127 53	+0 37	9.112
2.10.	94 32	+1 18	1.581	217 32	+1 10	5.435	128 15	+0 38	9.114
2.20.	99 21	+1 25	1.592	218 17	+1 09	5.433	128 37	+0 39	9.116
3.02.	104 06	+1 30	1.602	219 03	+1 09	5.432	128 59	+0 40	9.117
3.12.	108 47	+1 35	1.612	219 49	+1 08	5.430	129 21	+0 40	9.119
3.22.	113 25	+1 40	1.622	220 35	+1 08	5.429	129 43	+0 41	9.121
4.01.	118 00	+1 43	1.630	221 20	+1 07	5.427	130 05	+0 42	9.123
4.11.	122 32	+1 46	1.638	222 06	+1 07	5.425	130 27	+0 43	9.124
4.21.	127 02	+1 48	1.645	222 52	+1 06	5.424	130 49	+0 44	9.126
5.01.	131 30	+1 50	1.651	223 38	+1 06	5.422	131 11	+0 45	9.128
5.11.	135 56	+1 51	1.656	224 24	+1 05	5.420	131 33	+0 46	9.130
5.21.	140 21	+1 51	1.660	225 10	+1 04	5.418	131 54	+0 47	9.132
5.31.	144 44	+1 51	1.663	225 55	+1 04	5.416	132 16	+0 48	9.134
6.10.	149 07	+1 49	1.665	226 41	+1 03	5.414	132 38	+0 49	9.136
6.20.	153 29	+1 48	1.666	227 27	+1 03	5.412	133 00	+0 50	9.138
6.30.	157 51	+1 45	1.666	228 13	+1 02	5.410	133 22	+0 50	9.140
7.10.	162 13	+1 42	1.665	228 59	+1 01	5.408	133 44	+0 51	9.141
7.20.	166 36	+1 39	1.663	229 46	+1 01	5.406	134 06	+0 52	9.143
7.30.	170 59	+1 35	1.660	230 32	+1 00	5.404	134 27	+0 53	9.145
8.09.	175 23	+1 30	1.656	231 18	+0 59	5.402	134 49	+0 54	9.147
8.19.	179 49	+1 25	1.652	232 04	+0 59	5.400	135 11	+0 55	9.149
8.29.	184 16	+1 19	1.646	232 50	+0 58	5.397	135 33	+0 56	9.151
9.08.	188 45	+1 12	1.639	233 37	+0 57	5.395	135 54	+0 57	9.153
9.18.	193 17	+1 06	1.632	234 23	+0 56	5.393	136 16	+0 57	9.156
9.28.	197 51	+0 58	1.624	235 09	+0 56	5.390	136 38	+0 58	9.158
10.08.	202 28	+0 50	1.614	235 56	+0 55	5.388	137 00	+0 59	9.160
10.18.	207 09	+0 42	1.605	236 42	+0 54	5.385	137 21	+1 00	9.162
10.28.	211 53	+0 34	1.594	237 29	+0 53	5.383	137 43	+1 01	9.164
11.07.	216 41	+0 25	1.583	238 15	+0 53	5.380	138 05	+1 02	9.166
11.17.	221 33	+0 15	1.571	239 02	+0 52	5.378	138 27	+1 03	9.168
11.27.	226 29	+0 06	1.559	239 48	+0 51	5.375	138 48	+1 04	9.170
12.07.	231 30	-0 04	1.547	240 35	+0 50	5.373	139 10	+1 04	9.172
12.17.	236 36	-0 14	1.534	241 22	+0 49	5.370	139 32	+1 05	9.175
12.27.	241 48	-0 24	1.521	242 09	+0 49	5.367	139 53	+1 06	9.177

dátum	Uránusz			Neptunusz			Plútó		
	λ_{\odot}	β_{\odot}	r AU	λ_{\odot}	β_{\odot}	r AU	λ_{\odot}	β_{\odot}	r AU
1.01.	340 00	-0 46	20.075	316 59	-0 10	30.058	264 19	+7 42	31.052
1.11.	340 07	-0 46	20.075	317 03	-0 10	30.058	264 23	+7 41	31.057
1.21.	340 13	-0 46	20.075	317 07	-0 10	30.058	264 27	+7 40	31.061
1.31.	340 20	-0 46	20.076	317 10	-0 10	30.057	264 30	+7 39	31.066
2.10.	340 26	-0 46	20.076	317 14	-0 10	30.057	264 34	+7 38	31.070
2.20.	340 32	-0 46	20.077	317 17	-0 10	30.057	264 38	+7 37	31.075
3.02.	340 39	-0 46	20.077	317 21	-0 10	30.057	264 41	+7 36	31.079
3.12.	340 45	-0 46	20.077	317 25	-0 10	30.057	264 45	+7 35	31.084
3.22.	340 52	-0 46	20.078	317 28	-0 11	30.056	264 48	+7 34	31.089
4.01.	340 58	-0 46	20.078	317 32	-0 11	30.056	264 52	+7 33	31.093
4.11.	341 04	-0 46	20.079	317 35	-0 11	30.056	264 56	+7 32	31.098
4.21.	341 11	-0 46	20.079	317 39	-0 11	30.056	264 59	+7 31	31.102
5.01.	341 17	-0 46	20.079	317 42	-0 11	30.056	265 03	+7 30	31.107
5.11.	341 24	-0 46	20.080	317 46	-0 11	30.055	265 07	+7 29	31.111
5.21.	341 30	-0 46	20.080	317 50	-0 11	30.055	265 10	+7 28	31.116
5.31.	341 36	-0 46	20.080	317 53	-0 11	30.055	265 14	+7 27	31.121
6.10.	341 43	-0 46	20.081	317 57	-0 11	30.055	265 17	+7 26	31.125
6.20.	341 49	-0 46	20.081	318 00	-0 12	30.054	265 21	+7 25	31.130
6.30.	341 56	-0 46	20.081	318 04	-0 12	30.054	265 25	+7 24	31.134
7.10.	342 02	-0 46	20.082	318 08	-0 12	30.054	265 28	+7 23	31.139
7.20.	342 09	-0 46	20.082	318 11	-0 12	30.054	265 32	+7 22	31.144
7.30.	342 15	-0 46	20.082	318 15	-0 12	30.054	265 35	+7 21	31.148
8.09.	342 21	-0 46	20.083	318 18	-0 12	30.053	265 39	+7 20	31.153
8.19.	342 28	-0 46	20.083	318 22	-0 12	30.053	265 43	+7 19	31.157
8.29.	342 34	-0 46	20.083	318 26	-0 12	30.053	265 46	+7 18	31.162
9.08.	342 41	-0 46	20.084	318 29	-0 12	30.053	265 50	+7 17	31.167
9.18.	342 47	-0 46	20.084	318 33	-0 13	30.053	265 54	+7 16	31.171
9.28.	342 53	-0 46	20.084	318 36	-0 13	30.052	265 57	+7 15	31.176
10.08.	343 00	-0 46	20.085	318 40	-0 13	30.052	266 01	+7 14	31.181
10.18.	343 06	-0 46	20.085	318 43	-0 13	30.052	266 04	+7 13	31.185
10.28.	343 13	-0 46	20.085	318 47	-0 13	30.052	266 08	+7 12	31.190
11.07.	343 19	-0 46	20.086	318 51	-0 13	30.052	266 12	+7 11	31.195
11.17.	343 26	-0 46	20.086	318 54	-0 13	30.051	266 15	+7 10	31.199
11.27.	343 32	-0 46	20.086	318 58	-0 13	30.051	266 19	+7 09	31.204
12.07.	343 38	-0 46	20.086	319 01	-0 13	30.051	266 22	+7 08	31.209
12.17.	343 45	-0 46	20.087	319 05	-0 14	30.051	266 26	+7 07	31.213
12.27.	343 51	-0 46	20.087	319 09	-0 14	30.050	266 30	+7 06	31.218

A bolygók elhelyezkedése a Nap körül



Az ábrák a bolygók Nap körüli mozgását mutatják az adott évben. A bolygópályáknak a földpálya síkjától északra lévő szakaszát folyamatos, a földpálya síkjától délre lévő szakaszát szaggatott vonal ábrázolja. *P* a pálya napközelpontja, Ω pedig a felszálló csomó (ahol a bolygó a Nap körüli keringése során — délről északra — áthalad a földpálya síkján). A Plútó esetében a leszálló csomó (ϖ) helyét tüntettük fel. Az 1–12 számok jelzik a Föld típusú bolygók helyzetét a megfelelő sorszámú hónap első napján, az évszámok pedig az óriásbolygók és a Plútó helyzetét az egyes évek kezdetén.



A Nap adatai

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ′	r 10 ⁶ km	ϕ ′	λ _c ° ′	L _N °	B _N °	P _N °
1.01.	18 45.3	-23 02	147.11	32.53	280 25	236.28	-3.01	2.11
1.06.	19 07.4	-22 32	147.10	32.53	285 31	170.43	-3.58	-0.31
1.11.	19 29.2	-21 52	147.12	32.53	290 37	104.59	-4.13	-2.72
1.16.	19 50.7	-21 00	147.16	32.52	295 42	38.75	-4.64	-5.08
1.21.	20 12.0	-19 59	147.22	32.51	300 48	332.91	-5.12	-7.37
1.26.	20 33.0	-18 48	147.29	32.49	305 53	267.08	-5.55	-9.59
1.31.	20 53.7	-17 29	147.39	32.47	310 58	201.25	-5.94	-11.71
2.05.	21 14.0	-16 02	147.49	32.44	316 02	135.42	-6.29	-13.72
2.10.	21 34.0	-14 28	147.61	32.42	321 06	69.58	-6.58	-15.60
2.15.	21 53.6	-12 48	147.75	32.39	326 09	3.74	-6.83	-17.35
2.20.	22 12.9	-11 03	147.91	32.35	331 12	297.90	-7.02	-18.96
2.25.	22 32.0	-9 13	148.08	32.32	336 14	232.05	-7.15	-20.43
3.02.	22 50.8	-7 21	148.26	32.28	341 16	166.19	-7.23	-21.74
3.07.	23 09.5	-5 25	148.44	32.24	346 16	100.32	-7.25	-22.90
3.12.	23 27.9	-3 28	148.63	32.20	351 16	34.44	-7.22	-23.89
3.17.	23 46.2	-1 29	148.83	32.15	356 15	328.54	-7.13	-24.71
3.22.	0 04.5	+0 29	149.05	32.11	1 13	262.62	-6.99	-25.37
3.27.	0 22.7	+2 27	149.26	32.06	6 11	196.69	-6.80	-25.85
4.01.	0 40.9	+4 24	149.48	32.01	11 08	130.74	-6.55	-26.16
4.06.	0 59.2	+6 19	149.69	31.97	16 03	64.77	-6.26	-26.28
4.11.	1 17.5	+8 11	149.90	31.92	20 58	358.78	-5.93	-26.23
4.16.	1 35.9	+10 00	150.11	31.88	25 52	292.76	-5.55	-25.99
4.21.	1 54.5	+11 44	150.32	31.83	30 45	226.73	-5.13	-25.57
4.26.	2 13.3	+13 24	150.52	31.79	35 38	160.68	-4.67	-24.96
5.01.	2 32.3	+14 58	150.72	31.75	40 30	94.61	-4.19	-24.17
5.06.	2 51.5	+16 26	150.90	31.71	45 21	28.52	-3.67	-23.20
5.11.	3 10.9	+17 47	151.07	31.68	50 11	322.41	-3.13	-22.06
5.16.	3 30.6	+19 01	151.24	31.64	55 00	256.29	-2.57	-20.74
5.21.	3 50.5	+20 07	151.40	31.61	59 49	190.15	-2.00	-19.27
5.26.	4 10.7	+21 04	151.54	31.58	64 38	124.00	-1.41	-17.64
5.31.	4 31.0	+21 52	151.67	31.55	69 26	57.85	-0.81	-15.87
6.05.	4 51.5	+22 30	151.77	31.53	74 13	351.68	-0.21	-13.97
6.10.	5 12.2	+22 59	151.87	31.51	79 00	285.50	0.40	-11.97
6.15.	5 32.9	+23 18	151.95	31.49	83 47	219.32	1.00	-9.87
6.20.	5 53.7	+23 26	152.02	31.48	88 33	153.13	1.59	-7.70
6.25.	6 14.5	+23 24	152.06	31.47	93 19	86.95	2.17	-5.48
6.30.	6 35.2	+23 12	152.09	31.46	98 06	20.77	2.74	-3.22
7.05.	6 55.9	+22 49	152.10	31.46	102 52	314.59	3.29	-0.95
7.10.	7 16.4	+22 17	152.08	31.47	107 38	248.41	3.81	1.31
7.15.	7 36.7	+21 35	152.06	31.47	112 24	182.24	4.31	3.54
7.20.	7 56.9	+20 44	152.02	31.48	117 10	116.08	4.78	5.74
7.25.	8 16.8	+19 44	151.96	31.49	121 56	49.93	5.22	7.88
7.30.	8 36.4	+18 36	151.88	31.51	126 43	343.79	5.62	9.94
8.04.	8 55.8	+17 20	151.78	31.53	131 30	277.67	5.98	11.93

dátum 0 ^h UT	RA h m	D °	r 10 ⁶ km	φ °	λ _e °	L _N °	B _N °	P _N °
8.09.	9 15.0	+15 57	151.67	31.55	136 17	211.55	6.30	13.81
8.14.	9 33.9	+14 28	151.55	31.58	141 05	145.44	6.58	15.59
8.19.	9 52.6	+12 53	151.41	31.60	145 53	79.36	6.81	17.26
8.24.	10 11.1	+11 13	151.26	31.64	150 42	13.28	7.00	18.81
8.29.	10 29.4	+9 29	151.10	31.67	155 32	307.22	7.13	20.23
9.03.	10 47.5	+7 41	150.92	31.71	160 22	241.17	7.22	21.52
9.08.	11 05.6	+5 50	150.73	31.75	165 13	175.13	7.25	22.67
9.13.	11 23.5	+3 56	150.54	31.79	170 04	109.11	7.23	23.66
9.18.	11 41.4	+2 00	150.34	31.83	174 57	43.10	7.16	24.51
9.23.	11 59.4	+0 04	150.14	31.87	179 50	337.10	7.04	25.20
9.28.	12 17.4	-1 53	149.92	31.92	184 44	271.11	6.86	25.73
10.03.	12 35.5	-3 49	149.70	31.97	189 39	205.13	6.63	26.08
10.08.	12 53.7	-5 45	149.49	32.01	194 34	139.16	6.36	26.26
10.13.	13 12.0	-7 38	149.28	32.06	199 31	73.20	6.03	26.26
10.18.	13 30.7	-9 29	149.07	32.10	204 28	7.24	5.66	26.08
10.23.	13 49.5	-11 17	148.86	32.15	209 27	301.30	5.25	25.70
10.28.	14 08.7	-13 00	148.65	32.19	214 26	235.36	4.79	25.13
11.02.	14 28.1	-14 38	148.45	32.24	219 25	169.42	4.30	24.36
11.07.	14 47.9	-16 10	148.26	32.28	224 26	103.49	3.77	23.40
11.12.	15 08.0	-17 36	148.09	32.31	229 27	37.57	3.22	22.24
11.17.	15 28.5	-18 54	147.92	32.35	234 29	331.66	2.64	20.89
11.22.	15 49.3	-20 03	147.77	32.38	239 32	265.75	2.03	19.36
11.27.	16 10.5	-21 04	147.63	32.42	244 36	199.85	1.41	17.65
12.02.	16 32.0	-21 54	147.50	32.44	249 39	133.95	0.78	15.78
12.07.	16 53.7	-22 34	147.38	32.47	254 44	68.06	0.14	13.76
12.12.	17 15.6	-23 03	147.29	32.49	259 48	2.18	-0.50	11.62
12.17.	17 37.7	-23 21	147.22	32.50	264 54	296.30	-1.14	9.37
12.22.	17 59.9	-23 26	147.17	32.52	269 59	230.43	-1.77	7.04
12.27.	18 22.1	-23 21	147.12	32.53	275 05	164.57	-2.38	4.65

A Föld napközében: 1.04.15^hA Föld naptávolban: 7.03.23^h

A Carrington-rotációk kezdete

sorszám	hónap	nap	sorszám	hónap	nap
2039.	1.	18.942	2046.	7.	28.775
2040.	2.	15.284	2047.	8.	25.005
2041.	3.	14.613	2048.	9.	21.265
2042.	4.	10.908	2049.	10.	18.549
2043.	5.	8.157	2050.	11.	14.850
2044.	6.	4.371	2051.	12.	12.166
2045.	7.	1.568			

A Hold adatai

dátum 0 ^h UT	RA h m	D °	Δ km	\varnothing '	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
1.01.	19 40.3	-26 22	362 500	32.97	0.013	284.01	-1.98	6.36	-9.40
1.02.	20 43.7	-22 41	361 800	33.03	0.052	296.20	-0.20	5.75	-14.43
1.03.	21 43.1	-17 33	362 600	32.96	0.117	308.38	1.50	4.75	-18.20
1.04.	22 38.4	-11 26	364 800	32.76	0.203	320.56	3.01	3.45	-20.62
1.05.	23 30.4	-4 49	368 000	32.48	0.304	332.74	4.23	1.95	-21.79
1.06.	0 20.3	+1 55	371 800	32.14	0.413	344.90	5.13	0.35	-21.82
1.07.	1 09.4	+8 24	376 000	31.78	0.525	357.06	5.72	-1.23	-20.82
1.08.	1 59.1	+14 22	380 300	31.42	0.632	9.22	6.01	-2.71	-18.82
1.09.	2 50.1	+19 33	384 500	31.08	0.730	21.36	6.05	-4.01	-15.86
1.10.	3 43.2	+23 43	388 300	30.77	0.817	33.51	5.88	-5.08	-11.98
1.11.	4 38.2	+26 39	391 900	30.49	0.889	45.64	5.51	-5.88	-7.33
1.12.	5 34.5	+28 11	395 200	30.23	0.943	57.78	4.98	-6.37	-2.18
1.13.	6 30.8	+28 16	398 200	30.01	0.979	69.91	4.29	-6.55	3.10
1.14.	7 25.8	+26 56	400 800	29.82	0.997	82.04	3.44	-6.42	8.09
1.15.	8 18.3	+24 21	402 900	29.66	0.995	94.16	2.44	-6.00	12.47
1.16.	9 07.9	+20 43	404 600	29.54	0.976	106.29	1.28	-5.32	16.05
1.17.	9 54.4	+16 17	405 600	29.46	0.939	118.43	0.01	-4.41	18.74
1.18.	10 38.6	+11 17	405 900	29.44	0.887	130.56	-1.36	-3.31	20.59
1.19.	11 21.1	+5 53	405 200	29.49	0.822	142.70	-2.77	-2.07	21.63
1.20.	12 03.0	+0 15	403 500	29.62	0.745	154.84	-4.16	-0.73	21.90
1.21.	12 45.2	-5 26	400 700	29.82	0.658	166.99	-5.45	0.65	21.41
1.22.	13 28.9	-11 01	396 800	30.12	0.564	179.15	-6.54	2.02	20.12
1.23.	14 15.2	-16 18	391 800	30.50	0.465	191.31	-7.34	3.33	17.96
1.24.	15 05.3	-21 03	386 100	30.95	0.364	203.47	-7.76	4.52	14.80
1.25.	16 00.2	-24 55	379 800	31.46	0.266	215.65	-7.73	5.51	10.59
1.26.	17 00.0	-27 32	373 600	31.99	0.175	227.83	-7.19	6.22	5.35
1.27.	18 04.0	-28 30	367 700	32.50	0.098	240.01	-6.13	6.59	-0.61
1.28.	19 10.0	-27 31	362 900	32.93	0.040	252.20	-4.62	6.54	-6.71
1.29.	20 15.3	-24 33	359 500	33.24	0.007	264.39	-2.77	6.05	-12.25
1.30.	21 17.7	-19 51	357 900	33.39	0.004	276.59	-0.73	5.13	-16.69
1.31.	22 16.2	-13 52	358 200	33.36	0.031	288.78	1.29	3.84	-19.76
2.01.	23 11.1	-7 07	360 400	33.16	0.086	300.97	3.15	2.29	-21.47
2.02.	0 03.5	-0 06	364 100	32.82	0.165	313.16	4.71	0.62	-21.93
2.03.	0 54.5	+6 45	368 900	32.40	0.260	325.34	5.89	-1.06	-21.24
2.04.	1 45.3	+13 05	374 300	31.93	0.364	337.52	6.66	-2.62	-19.49
2.05.	2 37.1	+18 36	379 900	31.45	0.472	349.68	7.05	-3.99	-16.73
2.06.	3 30.3	+23 05	385 300	31.01	0.578	1.85	7.08	-5.11	-13.02
2.07.	4 25.2	+26 18	390 300	30.62	0.678	14.01	6.80	-5.94	-8.51
2.08.	5 21.2	+28 08	394 600	30.28	0.767	26.16	6.27	-6.46	-3.46
2.09.	6 17.3	+28 31	398 300	30.00	0.845	38.30	5.52	-6.67	1.80
2.10.	7 12.3	+27 29	401 200	29.78	0.908	50.45	4.60	-6.57	6.86
2.11.	8 05.1	+25 10	403 500	29.62	0.956	62.59	3.54	-6.17	11.38
2.12.	8 55.1	+21 46	405 100	29.50	0.986	74.73	2.35	-5.50	15.15
2.13.	9 42.2	+17 30	406 000	29.43	0.999	86.86	1.07	-4.60	18.08
2.14.	10 26.9	+12 35	406 400	29.41	0.994	99.00	-0.28	-3.50	20.15
2.15.	11 09.8	+7 14	406 000	29.43	0.971	111.14	-1.67	-2.25	21.40

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	Δ km	\varnothing '	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
2.16.	11 51.7	+1 37	405 000	29.50	0.932	123.28	-3.06	-0.90	21.89
2.17.	12 33.6	-4 05	403 200	29.63	0.877	135.43	-4.39	0.50	21.62
2.18.	13 16.5	-9 42	400 600	29.83	0.808	147.58	-5.62	1.89	20.58
2.19.	14 01.4	-15 02	397 100	30.10	0.726	159.73	-6.67	3.21	18.70
2.20.	14 49.4	-19 53	392 600	30.43	0.633	171.89	-7.46	4.42	15.92
2.21.	15 41.3	-23 57	387 500	30.84	0.533	184.06	-7.92	5.44	12.15
2.22.	16 37.7	-26 57	381 700	31.31	0.428	196.23	-7.98	6.21	7.40
2.23.	17 38.4	-28 30	375 600	31.81	0.323	208.41	-7.58	6.67	1.84
2.24.	18 41.8	-28 19	369 700	32.32	0.222	220.60	-6.71	6.75	-4.10
2.25.	19 46.1	-26 13	364 400	32.79	0.133	232.79	-5.38	6.41	-9.82
2.26.	20 48.8	-22 18	360 200	33.17	0.063	244.99	-3.67	5.64	-14.74
2.27.	21 48.8	-16 51	357 600	33.42	0.017	257.19	-1.71	4.47	-18.45
2.28.	22 45.6	-10 19	356 900	33.48	0.000	269.39	0.35	2.97	-20.82
3.01.	23 40.0	-3 11	358 200	33.36	0.015	281.60	2.35	1.26	-21.86
3.02.	0 32.9	+4 01	361 400	33.07	0.058	293.80	4.13	-0.51	-21.67
3.03.	1 25.5	+10 52	366 000	32.65	0.126	306.00	5.56	-2.21	-20.31
3.04.	2 18.7	+16 57	371 700	32.15	0.213	318.20	6.60	-3.73	-17.83
3.05.	3 13.3	+21 58	377 900	31.62	0.311	330.39	7.20	-4.98	-14.32
3.06.	4 09.3	+25 41	384 100	31.11	0.414	342.58	7.38	-5.92	-9.92
3.07.	5 06.3	+27 56	389 900	30.65	0.517	354.76	7.18	-6.52	-4.88
3.08.	6 03.2	+28 42	395 000	30.26	0.617	6.93	6.64	-6.79	0.44
3.09.	6 59.0	+27 59	399 100	29.94	0.710	19.10	5.82	-6.73	5.61
3.10.	7 52.4	+25 57	402 300	29.70	0.793	31.26	4.78	-6.38	10.30
3.11.	8 42.9	+22 47	404 600	29.54	0.864	43.42	3.59	-5.75	14.26
3.12.	9 30.5	+18 42	405 800	29.44	0.922	55.58	2.28	-4.87	17.39
3.13.	10 15.6	+13 55	406 300	29.41	0.965	67.74	0.92	-3.79	19.67
3.14.	10 58.9	+8 38	406 000	29.43	0.991	79.89	-0.47	-2.55	21.14
3.15.	11 41.1	+3 02	405 000	29.50	1.000	92.04	-1.83	-1.19	21.83
3.16.	12 23.1	-2 42	403 500	29.62	0.991	104.19	-3.13	0.23	21.76
3.17.	13 05.8	-8 24	401 400	29.77	0.963	116.35	-4.33	1.65	20.92
3.18.	13 50.2	-13 51	398 700	29.97	0.918	128.50	-5.39	3.01	19.26
3.19.	14 37.3	-18 50	395 500	30.22	0.856	140.66	-6.26	4.25	16.71
3.20.	15 27.9	-23 06	391 700	30.51	0.779	152.83	-6.89	5.31	13.22
3.21.	16 22.3	-26 22	387 300	30.85	0.688	165.00	-7.25	6.14	8.78
3.22.	17 20.6	-28 18	382 600	31.24	0.587	177.18	-7.29	6.66	3.54
3.23.	18 21.6	-28 39	377 500	31.65	0.479	189.36	-6.97	6.84	-2.17
3.24.	19 23.6	-27 14	372 400	32.09	0.369	201.55	-6.29	6.64	-7.85
3.25.	20 24.9	-24 04	367 600	32.51	0.263	213.75	-5.23	6.03	-12.94
3.26.	21 24.1	-19 20	363 500	32.87	0.166	225.96	-3.85	5.02	-17.03
3.27.	22 20.7	-13 21	360 600	33.13	0.087	238.17	-2.21	3.66	-19.91
3.28.	23 15.2	-6 31	359 200	33.26	0.031	250.38	-0.41	2.04	-21.53
3.29.	0 08.3	+0 41	359 600	33.23	0.003	262.60	1.41	0.27	-21.91
3.30.	1 01.3	+7 48	361 800	33.03	0.005	274.82	3.13	-1.50	-21.08
3.31.	1 55.1	+14 24	365 600	32.69	0.036	287.04	4.62	-3.15	-19.08
4.01.	2 50.5	+20 03	370 600	32.24	0.092	299.26	5.78	-4.55	-15.93
4.02.	3 47.6	+24 27	376 500	31.74	0.167	311.47	6.55	-5.64	-11.73
4.03.	4 46.1	+27 21	382 700	31.23	0.256	323.68	6.89	-6.38	-6.74
4.04.	5 44.9	+28 38	388 600	30.75	0.352	335.89	6.82	-6.76	-1.33

dátum 0 ^h UT	RA h m	D °	Δ km	\varnothing '	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
4.05.	6 42.4	+28 22	394 000	30.33	0.452	348.09	6.36	-6.79	4.05
4.06.	7 37.4	+26 40	398 600	29.98	0.550	0.28	5.56	-6.51	8.98
4.07.	8 29.2	+23 46	402 000	29.73	0.645	12.47	4.51	-5.93	13.21
4.08.	9 17.8	+19 55	404 300	29.56	0.733	24.66	3.27	-5.11	16.59
4.09.	10 03.5	+15 18	405 400	29.48	0.812	36.84	1.92	-4.07	19.11
4.10.	10 47.1	+10 08	405 500	29.47	0.880	49.01	0.52	-2.87	20.80
4.11.	11 29.5	+4 36	404 600	29.54	0.934	61.18	-0.85	-1.53	21.71
4.12.	12 11.6	-1 07	402 900	29.66	0.973	73.35	-2.14	-0.13	21.85
4.13.	12 54.3	-6 53	400 700	29.82	0.995	85.52	-3.31	1.30	21.23
4.14.	13 38.6	-12 27	398 000	30.02	0.999	97.69	-4.30	2.69	19.78
4.15.	14 25.4	-17 38	395 000	30.25	0.983	109.86	-5.09	3.97	17.45
4.16.	15 15.5	-22 08	391 800	30.50	0.947	122.03	-5.67	5.08	14.16
4.17.	16 09.4	-25 41	388 400	30.77	0.891	134.20	-6.00	5.95	9.92
4.18.	17 06.9	-27 56	384 800	31.05	0.818	146.38	-6.09	6.54	4.83
4.19.	18 07.1	-28 40	381 100	31.36	0.729	158.56	-5.94	6.78	-0.77
4.20.	19 08.1	-27 42	377 400	31.67	0.627	170.75	-5.54	6.66	-6.42
4.21.	20 08.4	-25 02	373 700	31.98	0.518	182.95	-4.89	6.16	-11.59
4.22.	21 06.5	-20 51	370 200	32.27	0.404	195.15	-4.02	5.28	-15.88
4.23.	22 02.0	-15 25	367 300	32.54	0.294	207.36	-2.94	4.07	-19.06
4.24.	22 55.3	-9 04	365 000	32.73	0.194	219.58	-1.68	2.58	-21.06
4.25.	23 47.3	-2 10	363 900	32.84	0.109	231.81	-0.30	0.91	-21.90
4.26.	0 39.0	+4 52	363 900	32.83	0.046	244.03	1.14	-0.82	-21.58
4.27.	1 31.7	+11 38	365 400	32.70	0.010	256.27	2.55	-2.48	-20.10
4.28.	2 26.2	+17 42	368 300	32.44	0.001	268.50	3.82	-3.98	-17.45
4.29.	3 23.0	+22 41	372 400	32.09	0.020	280.74	4.87	-5.19	-13.67
4.30.	4 22.0	+26 16	377 400	31.66	0.063	292.97	5.61	-6.06	-8.90
5.01.	5 22.0	+28 14	382 800	31.21	0.125	305.20	5.98	-6.57	-3.50
5.02.	6 21.4	+28 32	388 400	30.77	0.203	317.43	5.96	-6.71	2.06
5.03.	7 18.6	+27 18	393 500	30.37	0.291	329.65	5.55	-6.52	7.30
5.04.	8 12.4	+24 44	397 900	30.03	0.384	341.87	4.80	-6.01	11.86
5.05.	9 02.6	+21 06	401 300	29.77	0.480	354.09	3.76	-5.25	15.57
5.06.	9 49.5	+16 41	403 600	29.61	0.576	6.29	2.52	-4.26	18.38
5.07.	10 33.8	+11 40	404 500	29.54	0.667	18.50	1.16	-3.11	20.34
5.08.	11 16.5	+6 15	404 300	29.56	0.753	30.69	-0.23	-1.82	21.49
5.09.	11 58.5	+0 35	402 900	29.66	0.830	42.88	-1.57	-0.45	21.88
5.10.	12 40.9	-5 10	400 600	29.83	0.896	55.07	-2.79	0.96	21.51
5.11.	13 24.7	-10 48	397 600	30.05	0.947	67.26	-3.80	2.34	20.33
5.12.	14 11.1	-16 08	394 100	30.32	0.982	79.44	-4.58	3.63	18.27
5.13.	15 00.7	-20 54	390 500	30.60	0.998	91.62	-5.08	4.78	15.24
5.14.	15 54.4	-24 46	386 800	30.89	0.993	103.80	-5.29	5.70	11.20
5.15.	16 51.9	-27 24	383 300	31.18	0.966	115.98	-5.24	6.34	6.24
5.16.	17 52.4	-28 31	380 100	31.44	0.917	128.17	-4.93	6.64	0.64
5.17.	18 54.0	-27 55	377 200	31.68	0.847	140.36	-4.43	6.57	-5.10
5.18.	19 54.8	-25 37	374 700	31.89	0.759	152.55	-3.77	6.13	-10.45
5.19.	20 53.3	-21 46	372 500	32.08	0.657	164.75	-2.99	5.32	-14.95
5.20.	21 48.7	-16 39	370 800	32.23	0.546	176.96	-2.13	4.18	-18.36
5.21.	22 41.4	-10 37	369 500	32.34	0.431	189.17	-1.19	2.79	-20.63
5.22.	23 32.3	-4 01	368 800	32.41	0.320	201.39	-0.21	1.22	-21.76

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	Δ km	φ °	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
5.23.	0 22.6	+2 47	368 700	32.41	0.217	213.62	0.81	-0.43	-21.81
5.24.	1 13.5	+9 28	369 300	32.35	0.130	225.85	1.84	-2.05	-20.75
5.25.	2 06.0	+15 38	370 900	32.22	0.063	238.09	2.83	-3.54	-18.58
5.26.	3 01.0	+20 56	373 400	32.00	0.020	250.34	3.73	-4.79	-15.27
5.27.	3 58.7	+25 01	376 800	31.72	0.002	262.58	4.46	-5.74	-10.89
5.28.	4 58.4	+27 35	380 800	31.38	0.009	274.83	4.96	-6.34	-5.70
5.29.	5 58.6	+28 29	385 400	31.01	0.039	287.08	5.17	-6.58	-0.12
5.30.	6 57.4	+27 46	390 000	30.64	0.089	299.32	5.05	-6.46	5.35
5.31.	7 53.2	+25 37	394 500	30.29	0.154	311.56	4.58	-6.03	10.25
6.01.	8 45.3	+22 17	398 400	30.00	0.232	323.80	3.80	-5.32	14.32
6.02.	9 33.7	+18 03	401 400	29.77	0.319	336.03	2.75	-4.38	17.48
6.03.	10 19.1	+13 10	403 300	29.63	0.411	348.26	1.50	-3.25	19.75
6.04.	11 02.2	+7 52	404 100	29.57	0.505	0.48	0.14	-2.00	21.18
6.05.	11 44.3	+2 17	403 500	29.61	0.599	12.69	-1.25	-0.67	21.83
6.06.	12 26.3	-3 24	401 700	29.74	0.690	24.90	-2.57	0.71	21.73
6.07.	13 09.3	-9 03	398 900	29.96	0.775	37.11	-3.73	2.07	20.85
6.08.	13 54.6	-14 28	395 100	30.24	0.852	49.31	-4.64	3.36	19.11
6.09.	14 43.0	-19 25	390 800	30.57	0.915	61.50	-5.24	4.51	16.43
6.10.	15 35.6	-23 36	386 300	30.93	0.963	73.70	-5.49	5.47	12.72
6.11.	16 32.5	-26 40	381 800	31.30	0.992	85.89	-5.38	6.16	8.00
6.12.	17 33.2	-28 17	377 800	31.63	0.997	98.08	-4.94	6.53	2.48
6.13.	18 35.9	-28 10	374 400	31.92	0.979	110.26	-4.21	6.52	-3.39
6.14.	19 38.4	-26 15	371 700	32.14	0.935	122.45	-3.29	6.12	-9.02
6.15.	20 38.7	-22 40	370 000	32.30	0.869	134.65	-2.24	5.34	-13.87
6.16.	21 35.7	-17 44	369 100	32.38	0.782	146.85	-1.17	4.23	-17.62
6.17.	22 29.4	-11 49	368 900	32.39	0.680	159.05	-0.12	2.85	-20.18
6.18.	23 20.7	-5 19	369 400	32.34	0.569	171.26	0.87	1.31	-21.59
6.19.	0 10.6	+1 25	370 500	32.25	0.454	183.48	1.77	-0.31	-21.90
6.20.	1 00.5	+8 02	372 000	32.12	0.343	195.71	2.58	-1.90	-21.14
6.21.	1 51.5	+14 13	374 000	31.95	0.240	207.94	3.30	-3.36	-19.31
6.22.	2 44.7	+19 38	376 300	31.75	0.152	220.18	3.92	-4.61	-16.38
6.23.	3 40.5	+23 59	379 100	31.52	0.082	232.43	4.42	-5.58	-12.39
6.24.	4 38.7	+26 56	382 300	31.26	0.033	244.67	4.76	-6.22	-7.51
6.25.	5 38.2	+28 20	385 800	30.97	0.007	256.93	4.91	-6.51	-2.07
6.26.	6 37.3	+28 07	389 600	30.67	0.003	269.18	4.82	-6.46	3.46
6.27.	7 34.1	+26 23	393 300	30.38	0.021	281.43	4.46	-6.07	8.59
6.28.	8 27.6	+23 23	396 900	30.11	0.057	293.68	3.82	-5.40	12.98
6.29.	9 17.5	+19 22	400 100	29.87	0.111	305.93	2.93	-4.49	16.47
6.30.	10 03.9	+14 38	402 500	29.69	0.178	318.17	1.80	-3.38	19.05
7.01.	10 47.8	+9 25	404 000	29.58	0.257	330.41	0.51	-2.14	20.76
7.02.	11 30.1	+3 54	404 400	29.55	0.343	342.65	-0.89	-0.82	21.69
7.03.	12 11.8	-1 44	403 600	29.61	0.436	354.88	-2.29	0.54	21.85
7.04.	12 54.0	-7 22	401 500	29.76	0.531	7.10	-3.62	1.89	21.26
7.05.	13 37.9	-12 48	398 300	30.00	0.626	19.32	-4.76	3.18	19.86
7.06.	14 24.6	-17 52	394 000	30.33	0.719	31.53	-5.63	4.34	17.57
7.07.	15 15.1	-22 17	389 000	30.72	0.805	43.73	-6.15	5.33	14.29
7.08.	16 10.1	-25 46	383 600	31.15	0.880	55.93	-6.26	6.07	9.96
7.09.	17 09.5	-27 55	378 300	31.59	0.941	68.13	-5.95	6.51	4.71

dátum 0 ^h UT	RA h m	D °	Δ km	φ '	fázis	C _N °	L _H °	B _H °	P _H °
7.10.	18 12.1	-28 26	373 300	32.01	0.981	80.32	-5.23	6.58	-1.13
7.11.	19 15.9	-27 06	369 200	32.36	0.998	92.51	-4.16	6.25	-7.00
7.12.	20 18.4	-23 58	366 300	32.62	0.988	104.70	-2.85	5.53	-12.28
7.13.	21 18.0	-19 16	364 600	32.77	0.951	116.89	-1.40	4.43	-16.52
7.14.	22 14.0	-13 24	364 300	32.80	0.888	129.08	0.06	3.04	-19.54
7.15.	23 07.1	-6 50	365 300	32.72	0.803	141.28	1.43	1.46	-21.31
7.16.	23 58.3	+0 01	367 200	32.54	0.702	153.49	2.64	-0.20	-21.92
7.17.	0 48.7	+6 47	369 900	32.30	0.592	165.70	3.65	-1.82	-21.42
7.18.	1 39.6	+13 07	373 100	32.03	0.479	177.91	4.46	-3.31	-19.85
7.19.	2 32.1	+18 42	376 600	31.73	0.369	190.14	5.05	-4.59	-17.19
7.20.	3 26.8	+23 14	380 200	31.43	0.267	202.37	5.44	-5.58	-13.48
7.21.	4 23.8	+26 29	383 900	31.13	0.178	214.61	5.63	-6.25	-8.86
7.22.	5 22.2	+28 13	387 400	30.84	0.105	226.85	5.62	-6.57	-3.60
7.23.	6 20.7	+28 24	390 900	30.57	0.051	239.10	5.40	-6.55	1.88
7.24.	7 17.7	+27 03	394 200	30.31	0.016	251.34	4.96	-6.21	7.10
7.25.	8 11.8	+24 22	397 300	30.07	0.002	263.59	4.31	-5.57	11.70
7.26.	9 02.5	+20 36	400 100	29.86	0.007	275.85	3.44	-4.67	15.46
7.27.	9 49.8	+16 02	402 500	29.69	0.032	288.09	2.37	-3.58	18.32
7.28.	10 34.4	+10 54	404 300	29.56	0.074	300.34	1.13	-2.33	20.30
7.29.	11 17.0	+5 26	405 300	29.49	0.130	312.59	-0.23	-1.00	21.47
7.30.	11 58.7	-0 12	405 300	29.48	0.200	324.83	-1.67	0.38	21.88
7.31.	12 40.4	-5 49	404 300	29.56	0.281	337.06	-3.09	1.74	21.55
8.01.	13 23.2	-11 17	402 100	29.72	0.370	349.29	-4.42	3.04	20.44
8.02.	14 08.2	-16 25	398 700	29.97	0.466	1.51	-5.56	4.22	18.49
8.03.	14 56.4	-21 01	394 300	30.31	0.564	13.73	-6.44	5.24	15.62
8.04.	15 48.7	-24 47	388 900	30.72	0.663	25.94	-6.97	6.04	11.76
8.05.	16 45.5	-27 25	383 100	31.20	0.757	38.15	-7.08	6.55	6.93
8.06.	17 46.1	-28 34	377 000	31.70	0.844	50.34	-6.73	6.72	1.34
8.07.	18 49.2	-27 58	371 200	32.19	0.916	62.54	-5.92	6.51	-4.55
8.08.	19 52.5	-25 31	366 200	32.63	0.968	74.72	-4.70	5.89	-10.14
8.09.	20 53.9	-21 20	362 500	32.97	0.996	86.91	-3.15	4.88	-14.90
8.10.	21 52.4	-15 44	360 300	33.17	0.995	99.09	-1.41	3.52	-18.48
8.11.	22 47.9	-9 11	359 800	33.21	0.965	111.28	0.39	1.91	-20.79
8.12.	23 41.2	-2 08	361 000	33.10	0.907	123.46	2.12	0.17	-21.84
8.13.	0 33.3	+4 57	363 700	32.85	0.826	135.65	3.66	-1.55	-21.70
8.14.	1 25.4	+11 38	367 500	32.51	0.728	147.85	4.93	-3.15	-20.41
8.15.	2 18.6	+17 35	372 100	32.11	0.620	160.05	5.89	-4.51	-17.99
8.16.	3 13.6	+22 28	377 000	31.70	0.510	172.26	6.54	-5.58	-14.49
8.17.	4 10.5	+26 02	381 900	31.29	0.402	184.48	6.86	-6.31	-10.03
8.18.	5 08.8	+28 07	386 600	30.91	0.301	196.70	6.89	-6.68	-4.88
8.19.	6 07.1	+28 37	390 900	30.57	0.210	208.93	6.64	-6.71	0.57
8.20.	7 04.1	+27 36	394 700	30.27	0.134	221.16	6.14	-6.40	5.85
8.21.	7 58.4	+25 13	398 000	30.02	0.074	233.40	5.41	-5.79	10.58
8.22.	8 49.5	+21 42	400 800	29.81	0.031	245.64	4.48	-4.93	14.54
8.23.	9 37.4	+17 19	403 100	29.65	0.007	257.88	3.38	-3.85	17.61
8.24.	10 22.4	+12 19	404 800	29.52	0.001	270.12	2.14	-2.61	19.82
8.25.	11 05.4	+6 54	405 900	29.44	0.013	282.36	0.79	-1.26	21.22
8.26.	11 47.2	+1 16	406 300	29.41	0.043	294.60	-0.63	0.13	21.84

dátum 0 ^h UT	RA h m	D °	Δ km	\varnothing '	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
8.27.	12 28.7	-4 23	405 900	29.44	0.090	306.84	-2.07	1.52	21.72
8.28.	13 11.0	-9 55	404 700	29.53	0.151	319.07	-3.48	2.85	20.85
8.29.	13 54.9	-15 08	402 500	29.69	0.225	331.30	-4.78	4.07	19.17
8.30.	14 41.5	-19 51	399 200	29.93	0.311	343.53	-5.90	5.13	16.63
8.31.	15 31.5	-23 49	395 000	30.25	0.405	355.74	-6.78	5.97	13.14
9.01.	16 25.5	-26 48	389 900	30.65	0.506	7.95	-7.34	6.55	8.72
9.02.	17 23.4	-28 27	384 100	31.11	0.609	20.16	-7.52	6.83	3.51
9.03.	18 24.1	-28 32	377 800	31.63	0.711	32.35	-7.26	6.74	-2.18
9.04.	19 26.0	-26 51	371 700	32.15	0.806	44.54	-6.55	6.27	-7.83
9.05.	20 27.3	-23 25	366 100	32.64	0.889	56.73	-5.41	5.41	-12.92
9.06.	21 26.6	-18 26	361 500	33.06	0.952	68.90	-3.88	4.16	-17.01
9.07.	22 23.4	-12 12	358 400	33.34	0.990	81.08	-2.06	2.62	-19.90
9.08.	23 18.2	-5 12	357 200	33.45	0.999	93.25	-0.10	0.87	-21.53
9.09.	0 11.8	+2 06	357 900	33.39	0.977	105.42	1.87	-0.94	-21.91
9.10.	1 05.4	+9 13	360 500	33.15	0.927	117.60	3.70	-2.67	-21.06
9.11.	1 59.9	+15 42	364 600	32.78	0.852	129.77	5.28	-4.18	-18.99
9.12.	2 56.1	+21 09	369 800	32.32	0.760	141.95	6.50	-5.39	-15.74
9.13.	3 54.2	+25 16	375 600	31.82	0.658	154.14	7.32	-6.24	-11.42
9.14.	4 53.5	+27 49	381 500	31.33	0.551	166.34	7.73	-6.71	-6.30
9.15.	5 52.9	+28 43	387 100	30.87	0.446	178.54	7.75	-6.80	-0.81
9.16.	6 50.8	+28 03	392 200	30.47	0.345	190.74	7.40	-6.55	4.60
9.17.	7 45.9	+25 57	396 600	30.13	0.254	202.96	6.74	-6.00	9.50
9.18.	8 37.7	+22 41	400 200	29.86	0.173	215.17	5.81	-5.17	13.64
9.19.	9 26.0	+18 29	402 900	29.66	0.107	227.40	4.69	-4.13	16.92
9.20.	10 11.4	+13 38	404 800	29.52	0.055	239.62	3.42	-2.91	19.34
9.21.	10 54.7	+8 18	406 000	29.43	0.020	251.85	2.05	-1.58	20.93
9.22.	11 36.6	+2 43	406 500	29.40	0.002	264.08	0.63	-0.19	21.75
9.23.	12 18.2	-2 58	406 300	29.41	0.002	276.30	-0.80	1.22	21.83
9.24.	13 00.2	-8 34	405 500	29.47	0.021	288.53	-2.19	2.57	21.16
9.25.	13 43.7	-13 53	403 900	29.58	0.056	300.76	-3.50	3.83	19.69
9.26.	14 29.5	-18 44	401 700	29.75	0.109	312.98	-4.69	4.92	17.38
9.27.	15 18.3	-22 54	398 700	29.97	0.177	325.20	-5.71	5.82	14.16
9.28.	16 10.7	-26 08	394 900	30.26	0.258	337.41	-6.51	6.46	10.03
9.29.	17 06.4	-28 08	390 400	30.61	0.351	349.61	-7.05	6.80	5.11
9.30.	18 04.9	-28 42	385 200	31.02	0.453	1.81	-7.27	6.81	-0.34
10.01.	19 04.8	-27 38	379 600	31.48	0.559	14.00	-7.13	6.47	-5.89
10.02.	20 04.4	-24 55	373 800	31.96	0.666	26.19	-6.61	5.76	-11.07
10.03.	21 02.6	-20 38	368 300	32.45	0.769	38.37	-5.70	4.68	-15.45
10.04.	21 58.9	-15 02	363 500	32.88	0.860	50.53	-4.40	3.29	-18.77
10.05.	22 53.4	-8 27	359 800	33.21	0.932	62.70	-2.77	1.64	-20.93
10.06.	23 47.0	-1 18	357 800	33.40	0.980	74.86	-0.92	-0.14	-21.89
10.07.	0 40.6	+5 59	357 600	33.42	1.000	87.01	1.05	-1.92	-21.61
10.08.	1 35.5	+12 55	359 300	33.26	0.988	99.17	2.99	-3.56	-20.08
10.09.	2 32.3	+18 59	362 900	32.93	0.948	111.33	4.74	-4.93	-17.27
10.10.	3 31.5	+23 49	367 800	32.49	0.883	123.49	6.17	-5.94	-13.24
10.11.	4 32.4	+27 03	373 700	31.98	0.801	135.65	7.20	-6.55	-8.22
10.12.	5 33.8	+28 34	379 900	31.45	0.706	147.82	7.77	-6.77	-2.63
10.13.	6 33.9	+28 21	386 100	30.95	0.605	159.99	7.87	-6.60	2.99

dátum 0 ^h UT	RA h m	D °	Δ km	φ '	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
10.14.	7 31.0	+26 36	391 800	30.50	0.503	172.18	7.54	-6.11	8.17
10.15.	8 24.3	+23 36	396 700	30.12	0.404	184.36	6.84	-5.33	12.60
10.16.	9 13.8	+19 36	400 600	29.83	0.311	196.56	5.84	-4.33	16.13
10.17.	10 00.0	+14 53	403 400	29.62	0.226	208.75	4.62	-3.16	18.78
10.18.	10 43.7	+9 40	405 200	29.49	0.152	220.96	3.25	-1.86	20.59
10.19.	11 25.8	+4 09	406 000	29.43	0.091	233.16	1.82	-0.48	21.61
10.20.	12 07.4	-1 30	405 900	29.44	0.044	245.37	0.39	0.91	21.89
10.21.	12 49.4	-7 08	405 100	29.50	0.014	257.58	-0.99	2.27	21.42
10.22.	13 32.6	-12 33	403 600	29.60	0.001	269.80	-2.26	3.53	20.16
10.23.	14 18.1	-17 34	401 600	29.75	0.007	282.01	-3.40	4.66	18.05
10.24.	15 06.5	-21 56	399 200	29.94	0.031	294.22	-4.38	5.58	15.04
10.25.	15 58.2	-25 23	396 200	30.16	0.074	306.43	-5.18	6.26	11.10
10.26.	16 53.2	-27 41	392 900	30.42	0.135	318.63	-5.77	6.66	6.35
10.27.	17 50.8	-28 35	389 100	30.71	0.212	330.83	-6.15	6.73	1.02
10.28.	18 49.6	-27 56	384 900	31.04	0.303	343.02	-6.29	6.46	-4.46
10.29.	19 48.0	-25 42	380 500	31.41	0.404	355.21	-6.18	5.84	-9.66
10.30.	20 45.0	-21 58	375 800	31.80	0.513	7.39	-5.79	4.89	-14.18
10.31.	21 39.9	-16 57	371 200	32.19	0.624	19.56	-5.10	3.64	-17.74
11.01.	22 33.0	-10 55	367 100	32.55	0.731	31.72	-4.12	2.14	-20.25
11.02.	23 25.1	-4 11	363 700	32.86	0.828	43.88	-2.84	0.48	-21.64
11.03.	0 17.1	+2 53	361 400	33.07	0.908	56.03	-1.31	-1.24	-21.89
11.04.	1 10.4	+9 52	360 600	33.14	0.965	68.17	0.39	-2.89	-20.95
11.05.	2 05.9	+16 18	361 500	33.06	0.995	80.31	2.14	-4.35	-18.74
11.06.	3 04.4	+21 45	364 000	32.83	0.996	92.45	3.81	-5.49	-15.24
11.07.	4 05.6	+25 45	368 000	32.47	0.969	104.59	5.26	-6.25	-10.55
11.08.	5 08.5	+28 01	373 200	32.02	0.917	116.73	6.35	-6.60	-5.02
11.09.	6 10.9	+28 29	379 000	31.53	0.847	128.88	7.02	-6.55	0.80
11.10.	7 10.8	+27 14	385 000	31.04	0.763	141.03	7.21	-6.14	6.34
11.11.	8 06.8	+24 33	390 800	30.58	0.670	153.19	6.96	-5.42	11.17
11.12.	8 58.5	+20 46	395 800	30.19	0.573	165.35	6.29	-4.46	15.08
11.13.	9 46.3	+16 11	400 000	29.88	0.476	177.52	5.29	-3.31	18.04
11.14.	10 30.9	+11 04	402 900	29.66	0.382	189.69	4.06	-2.04	20.12
11.15.	11 13.6	+5 38	404 700	29.53	0.293	201.87	2.67	-0.69	21.38
11.16.	11 55.2	+0 01	405 200	29.49	0.211	214.05	1.23	0.67	21.89
11.17.	12 37.0	-5 37	404 600	29.53	0.140	226.24	-0.17	2.02	21.65
11.18.	13 19.9	-11 05	403 200	29.64	0.081	238.43	-1.47	3.28	20.63
11.19.	14 04.9	-16 13	400 900	29.80	0.037	250.63	-2.61	4.41	18.77
11.20.	14 52.8	-20 47	398 200	30.01	0.010	262.83	-3.55	5.36	15.99
11.21.	15 44.2	-24 31	395 100	30.24	0.002	275.03	-4.25	6.07	12.27
11.22.	16 39.1	-27 08	391 800	30.50	0.014	287.22	-4.74	6.50	7.65
11.23.	17 36.8	-28 22	388 500	30.76	0.046	299.42	-5.00	6.60	2.37
11.24.	18 36.0	-28 03	385 200	31.02	0.100	311.61	-5.06	6.37	-3.17
11.25.	19 34.9	-26 08	382 000	31.28	0.171	323.80	-4.95	5.79	-8.50
11.26.	20 32.0	-22 43	378 800	31.55	0.260	335.98	-4.67	4.89	-13.17
11.27.	21 26.6	-18 02	375 700	31.81	0.361	348.16	-4.22	3.71	-16.94
11.28.	22 19.0	-12 21	372 700	32.06	0.471	0.32	-3.61	2.29	-19.67
11.29.	23 09.7	-5 59	370 100	32.29	0.584	12.48	-2.82	0.72	-21.34
11.30.	00 00.0	+0 46	367 900	32.48	0.694	24.64	-1.85	-0.92	-21.94

dátum 0 ^h UT	RA h m	D °	Δ km	\varnothing '	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
12.01.	0 50.9	+7 33	366 500	32.61	0.795	36.78	-0.71	-2.51	-21.45
12.02.	1 43.9	+14 00	365 900	32.66	0.880	48.92	0.58	-3.95	-19.79
12.03.	2 39.8	+19 42	366 500	32.60	0.945	61.05	1.93	-5.13	-16.87
12.04.	3 39.1	+24 13	368 300	32.44	0.985	73.19	3.26	-5.98	-12.72
12.05.	4 41.1	+27 12	371 400	32.18	0.998	85.31	4.44	-6.44	-7.52
12.06.	5 44.3	+28 23	375 400	31.83	0.986	97.44	5.36	-6.49	-1.73
12.07.	6 46.2	+27 46	380 300	31.42	0.950	109.57	5.93	-6.17	4.06
12.08.	7 44.9	+25 33	385 500	31.00	0.894	121.71	6.10	-5.51	9.30
12.09.	8 39.3	+22 04	390 700	30.59	0.823	133.84	5.85	-4.58	13.67
12.10.	9 29.3	+17 39	395 400	30.22	0.741	145.98	5.21	-3.44	17.04
12.11.	10 15.6	+12 37	399 400	29.92	0.652	158.13	4.23	-2.18	19.47
12.12.	10 59.3	+7 12	402 300	29.70	0.559	170.28	3.02	-0.84	21.03
12.13.	11 41.4	+1 36	404 000	29.58	0.464	182.44	1.65	0.53	21.80
12.14.	12 23.0	-4 01	404 400	29.55	0.372	194.61	0.23	1.86	21.82
12.15.	13 05.4	-9 31	403 500	29.62	0.283	206.78	-1.15	3.12	21.08
12.16.	13 49.4	-14 44	401 500	29.77	0.202	218.95	-2.39	4.26	19.52
12.17.	14 36.3	-19 28	398 500	29.99	0.131	231.14	-3.42	5.22	17.07
12.18.	15 26.6	-23 28	394 900	30.26	0.072	243.32	-4.18	5.96	13.65
12.19.	16 20.9	-26 27	390 900	30.57	0.029	255.51	-4.66	6.43	9.28
12.20.	17 18.6	-28 07	386 800	30.89	0.006	267.70	-4.83	6.58	4.11
12.21.	18 18.5	-28 13	382 900	31.21	0.004	279.89	-4.72	6.38	-1.50
12.22.	19 18.7	-26 40	379 500	31.49	0.025	292.08	-4.38	5.83	-7.04
12.23.	20 17.5	-23 32	376 600	31.73	0.069	304.26	-3.87	4.94	-12.02
12.24.	21 13.7	-19 01	374 200	31.93	0.136	316.45	-3.22	3.75	-16.09
12.25.	22 07.0	-13 27	372 500	32.08	0.221	328.62	-2.50	2.33	-19.11
12.26.	22 58.1	-7 11	371 300	32.18	0.321	340.79	-1.72	0.77	-21.04
12.27.	23 48.0	-0 33	370 600	32.24	0.431	352.96	-0.89	-0.85	-21.90
12.28.	0 37.9	+6 08	370 300	32.27	0.545	5.12	-0.02	-2.42	-21.70
12.29.	1 29.0	+12 32	370 500	32.25	0.656	17.27	0.89	-3.84	-20.39
12.30.	2 22.5	+18 17	371 200	32.19	0.759	29.41	1.82	-5.03	-17.92
12.31.	3 19.1	+23 02	372 500	32.08	0.848	41.55	2.75	-5.90	-14.26

A Hold földközelen:

1.01.23 ^h	1.30.08 ^h	2.27.20 ^h	3.28.07 ^h
4.25.11 ^h	5.22.15 ^h	6.16.17 ^h	7.13.18 ^h
8.10.18 ^h	9.08.03 ^h	10.06.14 ^h	11.04.00 ^h
12.02.00 ^h	12.28.02 ^h		

A Hold földtávolban:

1.17.19 ^h	2.14.01 ^h	3.13.02 ^h	4.09.13 ^h
5.07.07 ^h	6.04.02 ^h	7.01.20 ^h	7.29.13 ^h
8.26.01 ^h	9.22.05 ^h	10.19.10 ^h	11.15.23 ^h
12.13.19 ^h			

A colongitudo változása (fok)

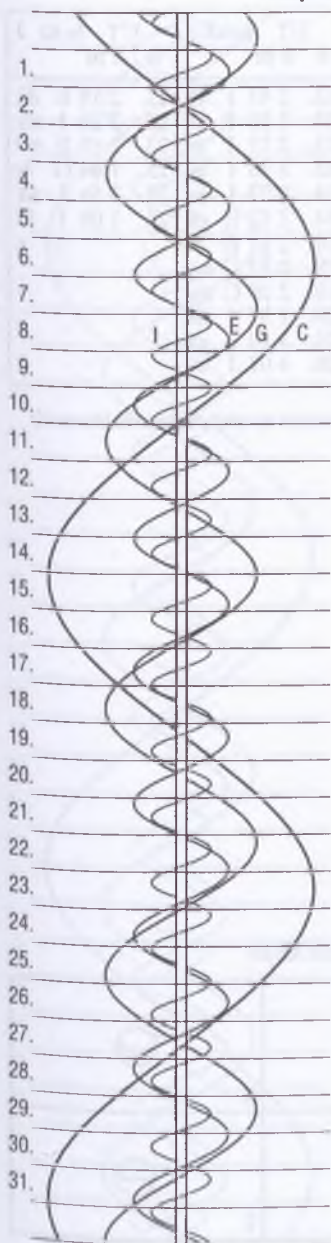
óra	perc											
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
0	0.00	0.04	0.08	0.12	0.17	0.21	0.25	0.29	0.34	0.38	0.42	0.46
1	0.51	0.55	0.59	0.64	0.68	0.72	0.76	0.81	0.85	0.89	0.93	0.98
2	1.02	1.06	1.10	1.15	1.19	1.23	1.27	1.32	1.36	1.40	1.44	1.49
3	1.52	1.56	1.60	1.65	1.69	1.73	1.77	1.82	1.86	1.90	1.94	1.99
4	2.03	2.07	2.11	2.15	2.20	2.24	2.28	2.33	2.37	2.41	2.45	2.50
5	2.54	2.58	2.62	2.67	2.71	2.75	2.79	2.84	2.88	2.92	2.96	3.01
6	3.05	3.09	3.13	3.18	3.22	3.26	3.30	3.35	3.39	3.43	3.47	3.52
7	3.56	3.60	3.64	3.69	3.73	3.77	3.81	3.86	3.90	3.94	3.98	4.03
8	4.06	4.10	4.14	4.19	4.23	4.27	4.31	4.36	4.40	4.44	4.48	4.53
9	4.57	4.61	4.65	4.70	4.74	4.78	4.82	4.87	4.91	4.95	4.99	5.04
10	5.08	5.12	5.16	5.21	5.25	5.29	5.33	5.38	5.42	5.46	5.50	5.55
11	5.59	5.63	5.67	5.72	5.76	5.80	5.84	5.89	5.93	5.97	6.01	6.06
12	6.09	6.13	6.17	6.22	6.26	6.30	6.34	6.39	6.43	6.47	6.51	6.56
13	6.60	6.64	6.68	6.73	6.77	6.81	6.85	6.90	6.94	6.98	7.02	7.07
14	7.11	7.15	7.19	7.24	7.28	7.32	7.36	7.41	7.45	7.49	7.53	7.58
15	7.62	7.66	7.70	7.75	7.79	7.83	7.87	7.92	7.96	8.00	8.04	8.09
16	8.13	8.17	8.21	8.26	8.30	8.34	8.38	8.43	8.47	8.51	8.55	8.60
17	8.65	8.69	8.73	8.78	8.82	8.86	8.90	8.95	8.99	9.03	9.07	9.11
18	9.14	9.18	9.22	9.27	9.31	9.35	9.39	9.44	9.48	9.52	9.56	9.61
19	9.65	9.69	9.73	9.78	9.82	9.86	9.90	9.95	9.99	10.03	10.07	10.12
20	10.16	10.20	10.24	10.29	10.33	10.37	10.41	10.46	10.50	10.54	10.58	10.63
21	10.67	10.71	10.75	10.80	10.84	10.88	10.92	10.97	11.01	11.05	11.09	11.14
22	11.17	11.21	11.25	11.30	11.34	11.38	11.42	11.47	11.51	11.55	11.59	11.64
23	11.68	11.72	11.76	11.81	11.85	11.89	11.93	11.97	12.02	12.06	12.10	12.15

Perc segéd táblázat

	perc									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
változás	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08

A táblázatnak elsősorban a Hold megfigyelésekor vehetjük hasznát a colongitudo pilanatnyi értékének meghatározásában. A *Hold adatai* táblázatban szereplő colongitudo az adott napon 0^h UT-re vonatkozik. A megfigyelés időpontjának UT adatát keressük ki a fenti fő táblázatból. Az ott talált értéket adjuk hozzá a 0^h UT-re vonatkozó colongitudóhoz. Ha nagyobb pontosságra van szükségünk, használjuk a perces változásokat tartalmazó segéd táblázatot is.

Jupiter-holdak – január



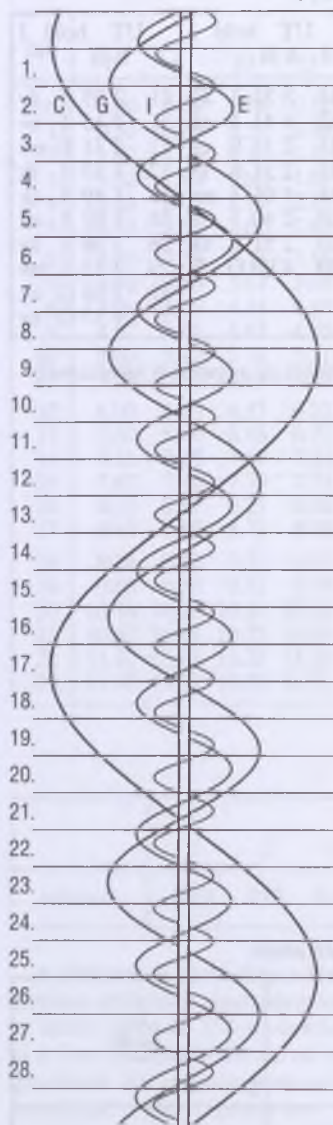
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
	12. 3 33 I ák	21. 2 05 I év
	12. 4 41 I ek	21. 3 15 I ev
	13. 2 33 E ek	22. 2 31 E mv
	13. 2 51 E év	27. 4 33 I fk
	13. 4 04 I mv	28. 1 49 I ák
	20. 2 40 I fk	28. 3 02 I ek
	20. 2 51 E ák	28. 3 58 I év
	20. 4 00 G fk	29. 2 23 I mv
		31. 2 58 G ek
		31. 4 35 G ev

(A jelölések magyarázata az augusztusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

Jupiter-holdak – február



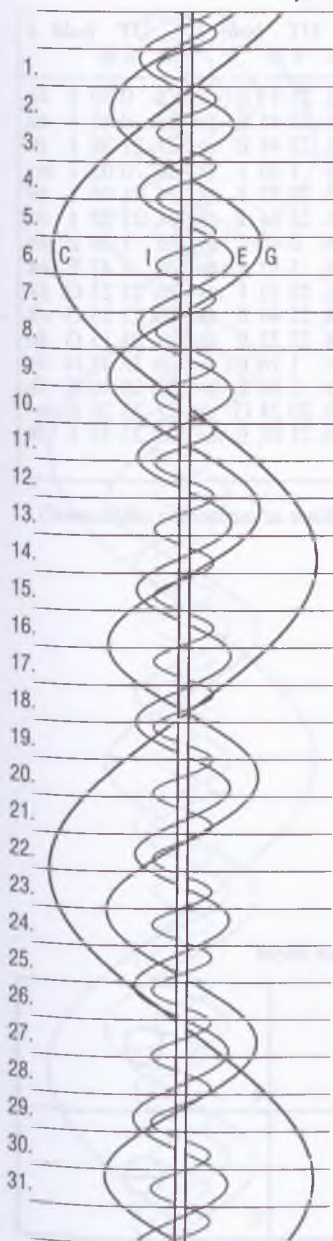
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
4. 3 42 I ák	12. 2 47 I fk	21. 2 19 E ák
5. 2 42 E fk	13. 1 18 I ek	21. 2 28 I mv
5. 4 17 I mv	13. 2 13 I áv	23. 2 10 E mv
6. 1 33 I ev	13. 3 26 I ev	25. 1 44 G fv
7. 1 48 G ák	14. 0 37 I mv	27. 3 51 I ák
7. 2 08 E ev	14. 2 12 E ek	28. 1 00 I fk
7. 3 45 G áv	14. 2 17 E áv	
	18. 0 57 G mk	
	18. 2 28 G mv	
	20. 1 57 I ák	
	20. 3 10 I ek	
	20. 4 07 I áv	

(A jelölések magyarázata az augusztusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

Jupiter-holdak – március



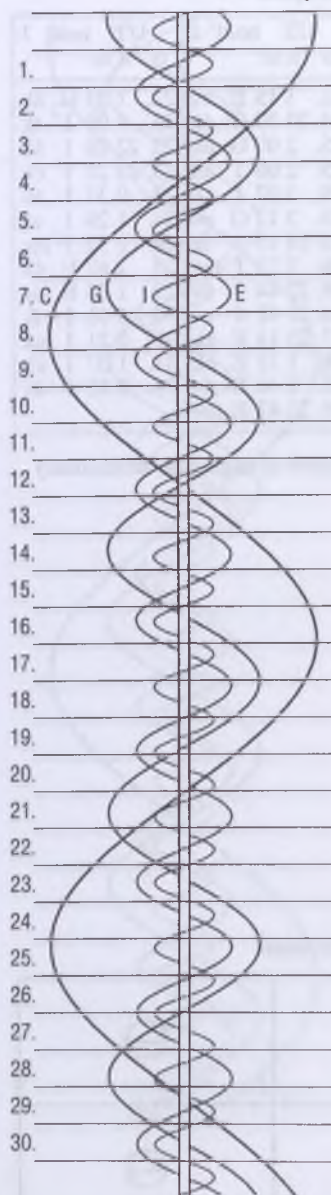
UT hold J		UT hold J		UT hold J	
d	h m	d	h m	d	h m
1.	0 28 I	áv	11.	1 15 E	ev
1.	1 36 I	ev	14.	23 30 G	áv
3.	1 23 47 E	fk	15.	2 00 G	ek
4.	3 44 G	fk	15.	2 06 I	ák
7.	2 53 I	fk	15.	3 07 I	ek
7.	23 40 G	ev	15.	3 17 G	ev
8.	0 12 I	ák	15.	23 15 I	fk
8.	1 18 I	ek	16.	2 23 I	mv
8.	2 22 I	áv	16.	22 44 I	áv
8.	3 26 I	ev	16.	23 42 I	ev
9.	0 35 I	mv	17.	23 14 E	ák
9.	2 22 E	fk	18.	1 12 E	ek
10.	23 13 E	áv	18.	1 46 E	áv
			19.	22 42 E	mv
			22.	1 33 G	ák
			23.	1 08 I	fk
			23.	22 28 I	ák
			23.	23 21 I	ek
			24.	0 37 I	áv
			24.	1 29 I	ev
			24.	22 37 I	mv
			25.	1 47 E	ák
			27.	1 03 E	mv
			30.	3 01 I	fk
			31.	0 21 I	ák
			31.	1 07 I	ek
			31.	2 31 I	áv

(A jelölések magyarázata az augusztusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

Jupiter-holdak – április



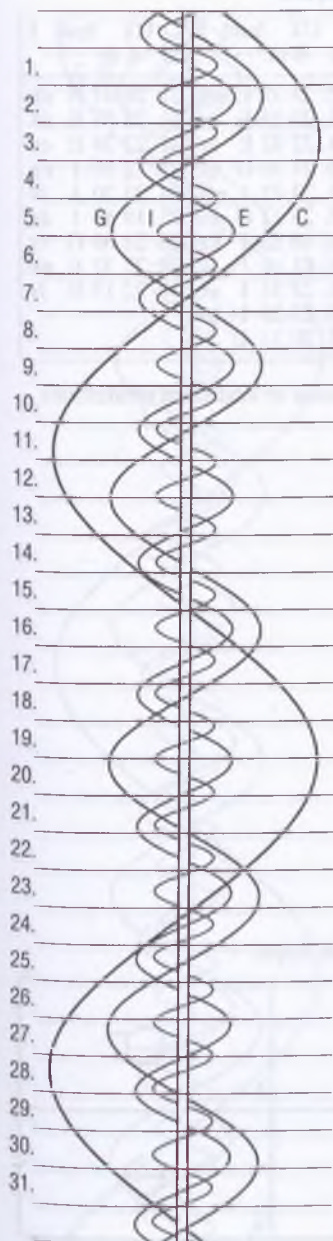
UT hold J		UT hold J		UT hold J	
d	h m	d	h m	d	h m
1.	0 23 I mv	11.	21 17 E ek	23.	0 30 I ák
1.	21 42 I ev	11.	22 44 E áv	23.	0 48 I ek
1.	22 48 G mk	11.	23 44 E ev	23.	21 38 I fk
2.	0 05 G mv	15.	1 16 I fk	24.	0 03 I mv
2.	23 26 E fk	15.	22 37 I ák	24.	21 09 I áv
4.	21 27 E ev	15.	23 04 I ek	24.	21 22 I ev
7.	2 15 I ák	16.	0 46 I áv	26.	1 20 E ák
7.	23 23 I fk	16.	1 12 I ev	26.	1 47 E ek
8.	2 08 I mv	16.	22 19 I mv	26.	21 23 G ák
8.	21 19 I ek	18.	22 46 E ák	26.	22 25 G ek
8.	22 53 I áv	18.	23 33 E ek	26.	23 15 G áv
8.	23 27 I ev	19.	1 18 E áv	26.	23 42 G ev
8.	23 31 G fk	19.	2 00 E ev	27.	20 30 E fk
9.	1 26 G fv	19.	20 24 G ev	27.	23 20 E mv
9.	2 12 G mk	20.	21 05 E mv	30.	23 32 I fk
10.	2 02 E fk				

(A jelölések magyarázata az augusztusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

Jupiter-holdak – május



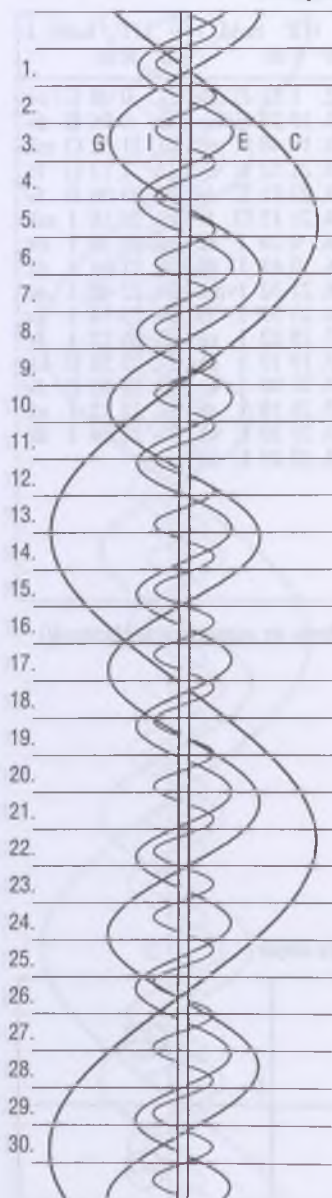
UT hold J		UT hold J		UT hold J	
d	h m	d	h m	d	h m
1.	1 46 I mv	12.	1 21 E mk	21.	0 08 E ev
1.	20 53 I ák	13.	19 23 E ek	21.	0 56 E áv
3.	1. 20 58 I ek	13.	19 48 E ák	21.	21 51 G mk
4.	1. 23 03 I áv	13.	21 52 E ev	22.	1 13 G fv
4.	1. 23 06 I ev	13.	22 21 E áv	22.	20 06 E fv
5.	2. 20 12 I mv	14.	21 15 G fv	23.	23 16 I mk
6.	4. 1 21 G ák	16.	0 26 I ek	24.	20 36 I ek
6.	4. 1 40 G ek	16.	0 41 I ák	24.	21 04 I ák
7.	4. 23 05 E fk	16.	21 32 I mk	24.	22 45 I ev
8.	5. 1 38 E fv	16.	23 59 I fv	24.	23 14 I áv
8.	6. 19 37 E ev	17.	18 52 I ek	25.	20 22 I fv
9.	6. 19 45 E áv	17.	19 10 I ák	27.	23 55 E ek
9.	8. 1 22 I mk	17.	21 00 I ev	29.	22 41 E fv
10.	8. 22 41 I ek	17.	21 19 I áv	31.	22 22 I ek
11.	8. 22 47 I ák	20.	21 39 E ek	31.	22 58 I ák
12.	9. 0 50 I ev	20.	22 24 E ák		
12.	9. 0 57 I áv				
13.	9. 19 48 I mk				
14.	9. 22 05 I fv				
15.	10. 19 16 I ev				
16.	10. 19 25 I áv				

(A jelölések magyarázata az augusztusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

Jupiter-holdak – június



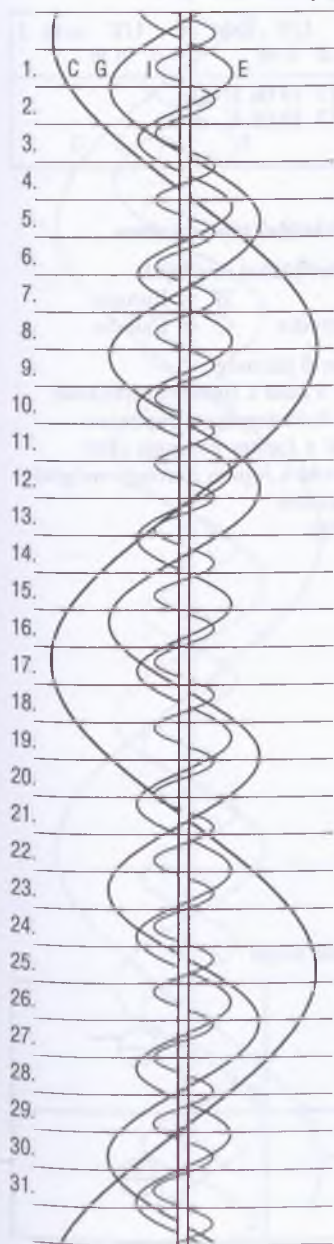
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
1. 0 30 I ev	12. 23 37 E mk	21. 20 07 E ek
1. 19 28 I mk	14. 20 15 E ev	21. 22 07 E ák
1. 22 17 I fv	14. 22 02 E áv	21. 22 39 E ev
2. 19 36 I áv	15. 21 36 G ek	23. 22 10 I ek
5. 21 17 E mk	15. 23 02 I mk	24. 22 30 I fv
8. 19 52 G ev	15. 23 23 G ev	25. 19 48 I áv
8. 21 14 G ák	16. 20 22 I ek	26. 21 08 G fv
8. 21 14 I mk	16. 21 16 I ák	28. 22 32 E ek
8. 23 05 G áv	16. 22 31 I ev	30. 22 17 E fv
9. 20 43 I ev	16. 23 25 I áv	
9. 21 31 I áv	17. 20 35 I fv	

(A jelölések magyarázata az augusztusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

Jupiter-holdak – július



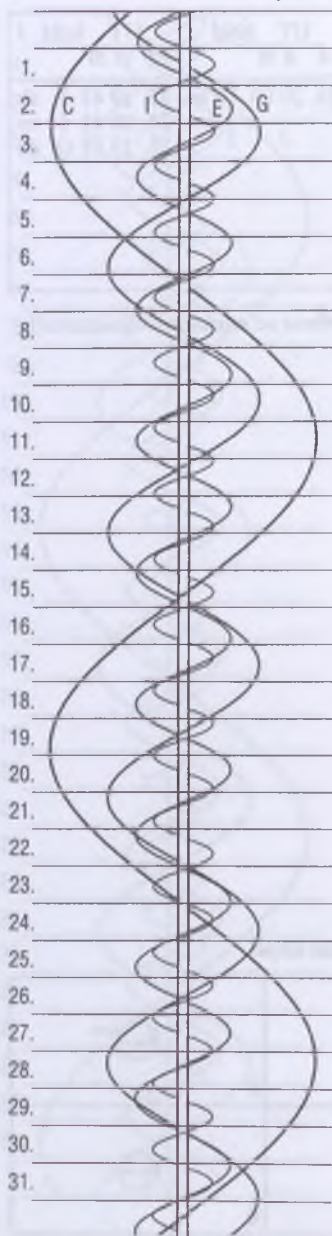
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
1. 21 07 I mk	18. 20 00 I áv	25. 19 47 I ák
2. 20 36 I ev		25. 20 41 I ev
2. 21 42 I áv		28. 19 51 G ek
3. 20 34 G mv		
7. 20 01 E mk		
9. 20 18 I ek		
9. 21 28 I ák		
10. 20 49 I fv		

(A jelölések magyarázata az augusztusi táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

Jupiter-holdak – augusztus



UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
8. 19 12 G fk	17. 19 06 E ák	
8. 19 25 E mk	17. 19 08 E ev	
9. 19 31 I mk		

Jelölések a Jupiter-holdak táblázataiban

A holdakat kezdőbetűjünkkel rövidítjük:

I = Io E = Europa

G = Ganymedes C = Callisto

J = a megfigyelhető jelenség:

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

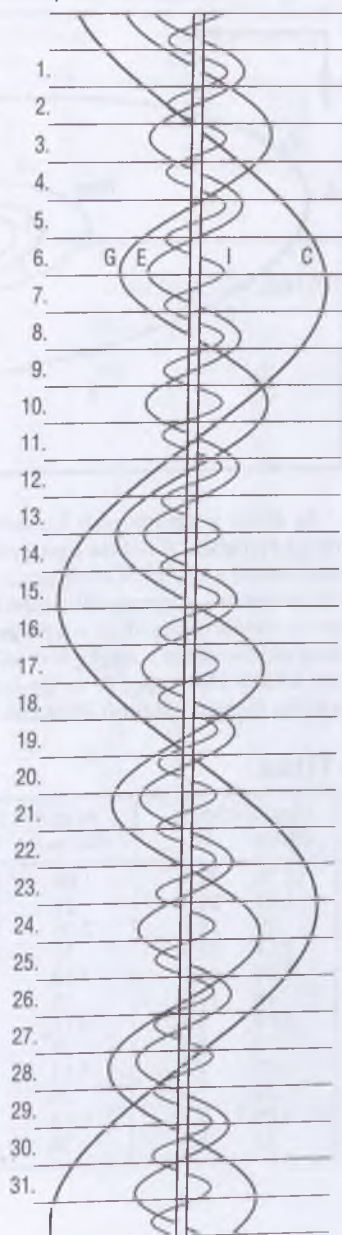
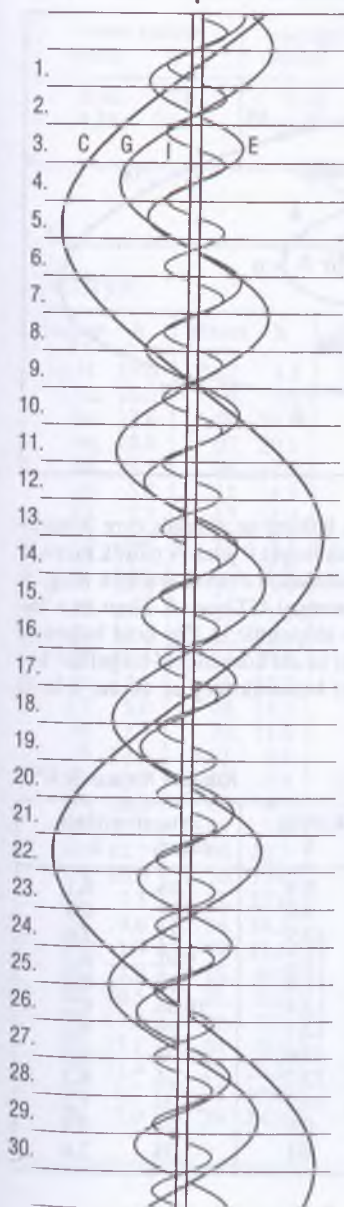
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

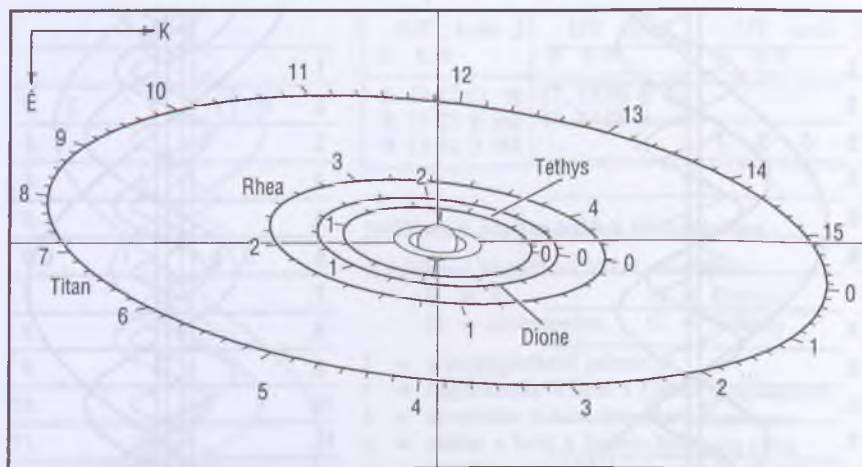
A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

Jupiter-holdak – szeptember, december



A Szaturnusz-holdak



Az ábrán a legfényesebb Szaturnusz-holdak pályája látható az aktuális évre átlagolt rálátási szögben. A holdak legnagyobb keleti kitérésének helyét 0 jelzi. A pályák mentén leolvasható a kitéréstől eltelt napok száma, a kisebb osztások 4 órának felelnek meg. A táblázatokban a legnagyobb keleti kitérés időpontja szerepel UT-ben. A Titan és a Iapetus esetében megadtuk a legnagyobb nyugati kitérés időpontját is. Egy hold helyének meghatározásához a megfigyelés időpontjából vonjuk ki az ezt közvetlenül megelőző keleti kitérés időpontját, és az így kapott időkülönbséget keressük meg az ábrán, a hold pályája mentén felrajzolt időskálán.

Titan

Közepes fényesség: 8^m3

keleti kitérés dátum h		nyugati kitérés dátum h		keleti kitérés dátum h		nyugati kitérés dátum h	
12.28.	23.3	1.05.	19.0	7.08.	8.9	7.16.	6.1
1.13.	20.8	21.	16.5	24.	9.6	8.01.	6.9
29.	18.1	2.06.	13.8	8.09.	10.5	17.	7.6
2.14.	15.5	22.	11.3	25.	11.2	9.02.	8.3
3.02.	13.1	3.10.	9.1	9.10.	11.9	18.	8.8
18.	11.0	26.	7.3	26.	12.4	10.04.	9.2
4.03.	9.4	4.11.	6.0	10.12.	12.7	20.	9.2
19.	8.3	27.	5.1	28.	12.6	11.05.	9.0
5.05.	7.7	5.13.	4.7	11.13.	12.2	21.	8.3
21.	7.6	29.	4.7	29.	11.3	12.07.	7.2
6.06.	7.7	6.14.	4.9	12.15.	9.9	23.	5.6
22.	8.2	30.	5.4	31.	8.1	1.08.	3.6

Iapetus

Közepes fényesség: 11^m1

keleti kitérés dátum h		nyugati kitérés dátum h		keleti kitérés dátum h		nyugati kitérés dátum h	
1.31.	5.1	3.10.	22.0	7.09.	15.9	8.18.	22.6
4.19.	21.4	5.29.	15.8	9.29.	3.4	11.07.	22.2
				12.18.	7.2	1.25.	23.0

Tethys

Közepes fényesség: 10^m2

dátum h	dátum h	dátum h	dátum h	dátum h	dátum h
12.31. 19.0	3.02. 4.3	5.01. 14.1	7.01. 0.7	9.01. 8.9	11.02. 16.6
1.02. 16.3	04. 1.5	03. 11.5	02. 22.1	03. 6.2	04. 13.9
04. 13.6	05. 22.8	05. 8.8	04. 19.4	05. 3.5	06. 11.2
06. 10.8	07. 20.1	07. 6.1	06. 16.8	07. 0.9	08. 8.6
08. 8.1	09. 17.4	09. 3.4	08. 14.1	08. 22.2	10. 5.9
10. 5.4	11. 14.7	11. 0.8	10. 11.4	10. 19.5	12. 3.2
12. 2.7	13. 12.0	12. 22.1	12. 8.8	12. 16.9	14. 0.5
14. 0.0	15. 9.3	14. 19.4	14. 6.1	14. 14.2	15. 21.8
15. 21.3	17. 6.6	16. 16.8	16. 3.4	16. 11.5	17. 19.1
17. 18.6	19. 3.9	18. 14.1	18. 0.8	18. 8.8	19. 16.4
19. 15.9	21. 1.3	20. 11.4	19. 22.1	20. 6.2	21. 13.7
21. 13.1	22. 22.6	22. 8.7	21. 19.5	22. 3.5	23. 11.1
23. 10.4	24. 19.9	24. 6.1	23. 16.8	24. 0.8	25. 8.4
25. 7.7	26. 17.2	26. 3.4	25. 14.1	25. 22.2	27. 5.7
27. 5.0	28. 14.5	28. 0.7	27. 11.5	27. 19.5	29. 3.0
29. 2.3	30. 11.8	29. 22.1	29. 8.8	29. 16.8	12.01. 0.3
30. 23.6	4.01. 9.1	31. 19.4	31. 6.1	10.01. 14.1	02. 21.6
2.01. 20.9	03. 6.4	6.02. 16.7	8.02. 3.5	03. 11.5	04. 18.9
03. 18.2	05. 3.7	04. 14.1	04. 0.8	05. 8.8	06. 16.2
05. 15.5	07. 1.0	06. 11.4	05. 22.2	07. 6.1	08. 13.5
07. 12.7	08. 22.3	08. 8.7	07. 19.5	09. 3.4	10. 10.8
09. 10.0	10. 19.6	10. 6.1	09. 16.8	11. 0.8	12. 8.1
11. 7.3	12. 17.0	12. 3.4	11. 14.2	12. 22.1	14. 5.4
13. 4.6	14. 14.3	14. 0.7	13. 11.5	14. 19.4	16. 2.7
15. 1.9	16. 11.6	15. 22.1	15. 8.8	16. 16.7	18. 0.0
16. 23.2	18. 8.9	17. 19.4	17. 6.2	18. 14.1	19. 21.3
18. 20.5	20. 6.2	19. 16.7	19. 3.5	20. 11.4	21. 18.6
20. 17.8	22. 3.5	21. 14.1	21. 0.8	22. 8.7	23. 15.9
22. 15.1	24. 0.9	23. 11.4	22. 22.2	24. 6.0	25. 13.2
24. 12.4	25. 22.2	25. 8.7	24. 19.5	26. 3.3	27. 10.5
26. 9.7	27. 19.5	27. 6.1	26. 16.9	28. 0.7	29. 7.8
28. 7.0	29. 16.8	29. 3.4	28. 14.2	29. 22.0	31. 5.1
			30. 11.5	31. 19.3	

Dione

Közepes fényesség: 10^m4

dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h
1.01.	4.4	3.02.	8.7	5.01.	13.9	7.03.	13.8	9.01.	20.2	11.01.	2.2
03.	22.1	05.	2.4	04.	7.6	06.	7.5	04.	13.9	03.	19.9
06.	15.7	07.	20.1	07.	1.3	09.	1.3	07.	7.7	06.	13.6
09.	9.4	10.	13.7	09.	19.0	11.	19.0	10.	1.4	09.	7.3
12.	3.0	13.	7.4	12.	12.8	14.	12.8	12.	19.1	12.	1.0
14.	20.7	16.	1.1	15.	6.5	17.	6.5	15.	12.9	14.	18.7
17.	14.3	18.	18.8	18.	0.2	20.	0.2	18.	6.6	17.	12.4
20.	8.0	21.	12.4	20.	17.9	22.	18.0	21.	0.4	20.	6.1
23.	1.6	24.	6.1	23.	11.7	25.	11.7	23.	18.1	22.	23.8
25.	19.3	26.	23.8	26.	5.4	28.	5.5	26.	11.8	25.	17.5
28.	12.9	29.	17.5	28.	23.1	30.	23.2	29.	5.6	28.	11.2
31.	6.6	4.01.	11.2	31.	16.9	8.02.	17.0	10.01.	23.3	12.01.	4.9
2.03.	0.2	04.	4.8	6.03.	10.6	05.	10.7	04.	17.0	03.	22.5
05.	17.9	06.	22.5	06.	4.3	08.	4.5	07.	10.7	06.	16.2
08.	11.5	09.	16.2	08.	22.1	10.	22.2	10.	4.5	09.	9.9
11.	5.2	12.	9.9	11.	15.8	13.	16.0	12.	22.2	12.	3.6
13.	22.8	15.	3.6	14.	9.6	16.	9.7	15.	15.9	14.	21.3
16.	16.5	17.	21.3	17.	3.3	19.	3.5	18.	9.6	17.	14.9
19.	10.1	20.	15.0	19.	21.0	21.	21.2	21.	3.3	20.	8.6
22.	3.8	23.	8.7	22.	14.8	24.	15.0	23.	21.1	23.	2.3
24.	21.4	26.	2.5	25.	8.5	27.	8.7	26.	14.8	25.	19.9
27.	15.1	28.	20.2	28.	2.3	30.	2.4	29.	8.5	28.	13.6
				30.	20.0					31.	7.3

Rhea

Közepes fényesség: 9^m7

dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h
1.01.	1.5	3.05.	6.0	5.02.	23.5	7.05.	7.2	9.02.	2.8	11.04.	10.3
05.	13.8	09.	18.4	07.	12.0	09.	19.8	06.	15.4	08.	22.8
10.	2.1	14.	6.7	12.	0.5	14.	8.4	11.	3.9	13.	11.2
14.	14.4	18.	19.1	16.	13.1	18.	20.9	15.	16.5	17.	23.7
19.	2.8	23.	7.5	21.	1.6	23.	9.5	20.	5.1	22.	12.1
23.	15.1	27.	19.9	25.	14.1	27.	22.1	24.	17.6	27.	0.6
28.	3.4	4.01.	8.3	30.	2.7	8.01.	10.7	29.	6.2	12.01.	13.0
2.01.	15.7	05.	20.7	6.03.	15.2	05.	23.3	10.03.	18.7	06.	1.4
06.	4.0	10.	9.2	08.	3.8	10.	11.9	08.	7.2	10.	13.8
10.	16.3	14.	21.6	12.	16.3	15.	0.5	12.	19.8	15.	2.2
15.	4.6	19.	10.1	17.	4.9	19.	13.1	17.	8.3	19.	14.6
19.	17.0	23.	22.6	21.	17.5	24.	1.6	21.	20.8	24.	3.0
24.	5.3	28.	11.0	26.	6.0	28.	14.2	26.	9.3	28.	15.4
28.	17.7			30.	18.6			30.	21.8		

Kisbolygók

1 Ceres

szembenállás: 08.12.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
5.05. 21 43.8	-21 09	9.0		7.14. 22 08.3	-24 34	8.0		9.22. 21 19.1	-29 31	8.3	
10. 21 48.5	-21 05	9.0		19. 22 06.0	-25 09	8.0		27. 21 17.6	-29 24	8.4	
15. 21 52.9	-21 04	8.9		24. 22 03.1	-25 45	7.9		10.02. 21 16.8	-29 12	8.5	
20. 21 56.9	-21 05	8.9		29. 21 59.7	-26 20	7.8		07. 21 16.7	-28 57	8.5	
25. 22 00.5	-21 08	8.8		8.03. 21 55.9	-26 55	7.7		12. 21 17.1	-28 40	8.6	
30. 22 03.6	-21 15	8.8		08. 21 51.8	-27 28	7.6		17. 21 18.2	-28 19	8.7	
6.04. 22 06.3	-21 24	8.7		13. 21 47.5	-27 58	7.6		22. 21 19.8	-27 56	8.8	
09. 22 08.5	-21 37	8.6		18. 21 43.1	-28 25	7.7		27. 21 21.9	-27 31	8.8	
14. 22 10.2	-21 53	8.6		23. 21 38.7	-28 48	7.7		11.01. 21 24.6	-27 04	8.9	
19. 22 11.4	-22 13	8.5		28. 21 34.4	-29 07	7.8		06. 21 27.7	-26 35	9.0	
24. 22 11.9	-22 35	8.4		9.02. 21 30.5	-29 21	7.9		11. 21 31.3	-26 04	9.0	
29. 22 11.9	-23 01	8.3		07. 21 26.9	-29 30	8.0		16. 21 35.3	-25 32	9.1	
7.04. 22 11.3	-23 30	8.2		12. 21 23.7	-29 35	8.1		21. 21 39.6	-24 58	9.1	
09. 22 10.1	-24 01	8.1		17. 21 21.1	-29 35	8.2					

2 Pallas

szembenállás: 07.01.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
4.25. 19 00.7	+17 31	9.9		6.14. 18 43.7	+23 33	9.6		8.03. 18 07.1	+19 38	9.7	
30. 19 01.3	+18 22	9.9		19. 18 39.7	+23 40	9.6		08. 18 05.1	+18 45	9.8	
5.05. 19 01.3	+19 11	9.9		24. 18 35.6	+23 40	9.5		13. 18 03.7	+17 49	9.8	
10. 19 00.9	+19 57	9.8		29. 18 31.4	+23 33	9.5		18. 18 02.8	+16 51	9.9	
15. 18 59.8	+20 42	9.8		7.04. 18 27.2	+23 18	9.5		23. 18 02.3	+15 52	9.9	
20. 18 58.3	+21 22	9.7		09. 18 23.2	+22 57	9.6		28. 18 02.5	+14 52	10.0	
25. 18 56.3	+21 59	9.7		14. 18 19.3	+22 28	9.6		9.02. 18 03.1	+13 52	10.0	
30. 18 53.7	+22 31	9.7		19. 18 15.6	+21 54	9.6		07. 18 04.2	+12 52	10.1	
6.04. 18 50.8	+22 58	9.6		24. 18 12.4	+21 13	9.6					
09. 18 47.4	+23 19	9.6		29. 18 09.5	+20 28	9.7					

3 Juno

szembenállás: 2005.12.09.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
1.05. 04 55.8	-00 18	7.9		2.04. 04 58.8	+04 36	8.6		3.06. 05 27.2	+09 37	9.2	
10. 04 54.3	+00 23	8.1		09. 05 02.0	+05 29	8.7		11. 05 33.8	+10 21	9.3	
15. 04 53.6	+01 09	8.2		14. 05 05.9	+06 22	8.8		16. 05 40.8	+11 01	9.4	
20. 04 53.7	+01 58	8.3		19. 05 10.4	+07 14	8.9		21. 05 48.1	+11 39	9.5	
25. 04 54.6	+02 49	8.4		24. 05 15.5	+08 04	9.0		26. 05 55.7	+12 14	9.6	
30. 04 56.3	+03 42	8.5		3.01. 05 21.1	+08 52	9.1		31. 06 03.7	+12 45	9.7	

4 Vesta

szembenállás: 01.05.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
1.05. 07 08.0	+22 47	6.3		3.01. 06 33.4	+25 33	7.4		4.25. 07 21.5	+25 22	8.1	
10. 07 02.4	+23 10	6.4		06. 06 34.7	+25 39	7.5		30. 07 28.5	+25 11	8.1	
15. 06 56.9	+23 31	6.5		11. 06 36.8	+25 44	7.6					
20. 06 51.7	+23 52	6.6		16. 06 39.6	+25 47	7.6					
25. 06 46.9	+24 11	6.7		21. 06 43.0	+25 49	7.7		12.01. 13 52.6	-05 40	8.0	
30. 06 42.6	+24 27	6.8		26. 06 47.0	+25 50	7.8		06. 14 01.9	-06 26	8.0	
2.04. 06 39.1	+24 43	6.9		31. 06 51.6	+25 49	7.8		11. 14 11.1	-07 11	8.0	
09. 06 36.3	+24 56	7.0		4.05. 06 56.7	+25 47	7.9		16. 14 20.3	-07 54	7.9	
14. 06 34.3	+25 07	7.1		10. 07 02.3	+25 43	7.9		21. 14 29.5	-08 34	7.9	
19. 06 33.2	+25 17	7.2		15. 07 08.3	+25 38	8.0		26. 14 38.6	-09 13	7.9	
24. 06 32.9	+25 26	7.3		20. 07 14.7	+25 30	8.0		31. 14 47.7	-09 50	7.9	

6 Hebe

szembenállás: 08.05.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
5.20. 20 59.3	-07 39	9.9		7.14. 21 11.5	-09 51	8.5		9.07. 20 33.6	-20 49	8.5	
25. 21 03.3	-07 28	9.8		19. 21 08.7	-10 40	8.4		12. 20 32.6	-21 35	8.6	
30. 21 06.9	-07 19	9.7		24. 21 05.3	-11 34	8.2		17. 20 32.5	-22 15	8.7	
6.04. 21 09.9	-07 15	9.6		29. 21 01.5	-12 33	8.0		22. 20 33.3	-22 49	8.8	
09. 21 12.3	-07 15	9.5		8.03. 20 57.4	-13 37	7.9		27. 20 35.1	-23 17	8.9	
14. 21 14.2	-07 19	9.4		08. 20 53.1	-14 43	7.9		10.02. 20 37.7	-23 39	9.0	
19. 21 15.4	-07 29	9.2		13. 20 48.9	-15 49	8.0		07. 20 41.1	-23 56	9.1	
24. 21 16.0	-07 44	9.1		18. 20 44.8	-16 56	8.1		12. 20 45.3	-24 07	9.2	
29. 21 15.9	-08 06	9.0		23. 20 41.1	-18 00	8.2		17. 20 50.2	-24 13	9.3	
7.04. 21 15.1	-08 34	8.8		28. 20 37.9	-19 01	8.3		22. 20 55.8	-24 13	9.3	
09. 21 13.6	-09 10	8.7		9.02. 20 35.3	-19 57	8.4		27. 21 02.0	-24 09	9.4	

7 Iris

szembenállás: 11.14.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
7.04. 01 27.6	+15 10	9.7		9.07. 03 12.2	+25 10	8.6		11.11. 03 16.2	+24 12	6.8	
09. 01 36.7	+16 09	9.7		12. 03 17.6	+25 35	8.5		16. 03 11.9	+23 30	6.8	
14. 01 45.8	+17 08	9.6		17. 03 22.3	+25 57	8.4		21. 03 07.8	+22 46	6.9	
19. 01 54.7	+18 04	9.5		22. 03 26.2	+26 14	8.3		26. 03 04.0	+22 02	7.1	
24. 02 03.6	+18 58	9.5		27. 03 29.3	+26 27	8.1		12.01. 03 00.9	+21 19	7.3	
29. 02 12.3	+19 50	9.4		10.02. 03 31.5	+26 34	8.0		06. 02 58.6	+20 38	7.4	
8.03. 02 20.9	+20 40	9.3		07. 03 32.7	+26 37	7.9		11. 02 57.1	+20 01	7.6	
08. 02 29.2	+21 27	9.2		12. 03 32.9	+26 34	7.7		16. 02 56.6	+19 29	7.7	
13. 02 37.3	+22 12	9.1		17. 03 32.1	+26 26	7.6		21. 02 56.9	+19 02	7.9	
18. 02 45.1	+22 54	9.0		22. 03 30.3	+26 11	7.4		26. 02 58.3	+18 40	8.0	
23. 02 52.6	+23 33	8.9		27. 03 27.7	+25 50	7.3		31. 03 00.5	+18 24	8.2	
28. 02 59.6	+24 09	8.8		11.01. 03 24.3	+25 22	7.1					
9.02. 03 06.2	+24 41	8.7		06. 03 20.4	+24 49	7.0					

8 Flora

szembenállás: 05.18.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
4.20.	16 15.2	-13 17	10.2	5.15.	15 53.7	-12 08	9.7	6.09.	15 28.1	-11 31	10.0
25.	16 12.0	-13 03	10.1	20.	15 48.3	-11 57	9.6	14.	15 24.1	-11 32	10.1
30.	16 08.1	-12 49	10.0	25.	15 42.9	-11 47	9.7	19.	15 20.6	-11 35	10.2
5.05.	16 03.7	-12 35	9.9	30.	15 37.7	-11 39	9.8	24.	15 17.8	-11 42	10.3
10.	15 58.9	-12 21	9.8	6.04.	15 32.7	-11 34	9.9				

9 Metis

szembenállás: 03.02.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
1.05.	11 32.2	+11 11	10.2	2.09.	11 27.8	+13 33	9.5	3.16.	10 56.4	+16 57	9.4
10.	11 33.0	+11 18	10.1	14.	11 24.3	+14 06	9.4	21.	10 52.1	+17 12	9.5
15.	11 34.1	+11 30	10.0	19.	11 20.3	+14 40	9.3	26.	10 48.2	+17 21	9.7
20.	11 34.4	+11 46	9.9	24.	11 15.7	+15 13	9.2	31.	10 45.0	+17 24	9.8
25.	11 34.0	+12 07	9.8	3.01.	11 10.9	+15 44	9.2	4.05.	10 42.5	+17 22	9.9
30.	11 32.7	+12 32	9.7	06.	11 06.0	+16 13	9.2	10.	10 40.6	+17 15	10.1
2.04.	11 30.6	+13 01	9.6	11.	11 01.1	+16 37	9.3	15.	10 39.5	+17 03	10.2

10 Hygiea

szembenállás: 07.13.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
5.25.	19 55.2	-21 06	10.2	6.29.	19 39.9	-21 02	9.6	8.03.	19 12.0	-21 16	9.8
30.	19 54.8	-21 02	10.1	7.04.	19 35.9	-21 04	9.5	08.	19 09.0	-21 17	9.9
6.04.	19 53.7	-20 59	10.1	09.	19 31.7	-21 07	9.3	13.	19 06.6	-21 16	10.0
09.	19 52.0	-20 57	10.0	14.	19 27.5	-21 10	9.2	18.	19 04.7	-21 15	10.1
14.	19 49.7	-20 57	9.9	19.	19 23.3	-21 12	9.4	23.	19 03.4	-21 14	10.2
19.	19 46.9	-20 58	9.8	24.	19 19.2	-21 14	9.5				
24.	19 43.6	-20 59	9.7	29.	19 15.4	-21 16	9.7				

18 Melpomene

szembenállás: 2007.01.23.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
11.21.	08 40.0	+08 16	10.3	12.06.	08 44.0	+07 50	10.0	12.21.	08 40.5	+08 07	9.8
26.	08 42.1	+08 03	10.2	11.	08 43.7	+07 50	10.0	26.	08 37.7	+08 24	9.7
12.01.	08 43.5	+07 54	10.1	16.	08 42.5	+07 56	9.9	31.	08 34.1	+08 46	9.6

15 Eunomia

szembenállás: 07.30.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
5.10. 20 50.8	-19 00	10.2		7.09. 20 51.1	-14 48	8.9		9.07. 20 00.8	-13 17	9.1	
15. 20 54.1	-18 33	10.1		14. 20 47.0	-14 37	8.8		12. 19 59.6	-13 10	9.1	
20. 20 56.9	-18 06	10.0		19. 20 42.4	-14 26	8.6		17. 19 59.2	-13 02	9.2	
25. 20 59.2	-17 40	9.9		24. 20 37.5	-14 18	8.5		22. 19 59.6	-12 53	9.3	
30. 21 00.9	-17 15	9.8		29. 20 32.4	-14 10	8.4		27. 20 00.7	-12 43	9.4	
6.04. 21 02.0	-16 51	9.7		8.03. 20 27.2	-14 02	8.4		10.02. 20 02.6	-12 32	9.5	
09. 21 02.4	-16 29	9.6		08. 20 22.1	-13 56	8.5		07. 20 05.1	-12 20	9.5	
14. 21 02.2	-16 08	9.5		13. 20 17.3	-13 49	8.6		12. 20 08.3	-12 06	9.6	
19. 21 01.4	-15 49	9.4		18. 20 12.8	-13 43	8.7		17. 20 12.1	-11 51	9.7	
24. 20 59.8	-15 31	9.3		23. 20 08.8	-13 37	8.8		22. 20 16.4	-11 34	9.7	
29. 20 57.5	-15 15	9.1		28. 20 05.4	-13 31	8.9		27. 20 21.3	-11 16	9.8	
7.04. 20 54.6	-15 01	9.0		9.02. 20 02.7	-13 24	9.0					

20 Massalia

szembenállás: 2007.01.29.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
11.16. 08 52.4	+16 39	10.2		12.06. 09 07.8	+15 24	9.8		12.26. 09 10.4	+15 03	9.4	
21. 08 57.3	+16 17	10.1		11. 09 09.7	+15 13	9.7		31. 09 08.9	+15 08	9.3	
26. 09 01.5	+15 57	10.0		16. 09 10.8	+15 06	9.6					
12.01. 09 05.0	+15 39	9.9		21. 09 11.1	+15 02	9.5					

22 Kalliope

szembenállás: 12.19.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
12.01. 06 05.9	+29 39	10.2		12.16. 05 51.1	+31 06	9.9		12.31. 05 35.0	+32 09	10.1	
06. 06 01.3	+30 10	10.1		21. 05 45.6	+31 30	9.9					
11. 05 56.4	+30 39	10.0		26. 05 40.2	+31 51	10.0					

25 Phocaea

szembenállás: 09.25.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
9.02. 23 44.9	+29 01	10.3		9.17. 23 35.7	+25 23	10.1		10.02. 23 27.2	+20 14	10.1	
07. 23 42.0	+28 02	10.2		22. 23 32.5	+23 48	10.0		07. 23 25.3	+18 22	10.1	
12. 23 38.9	+26 49	10.1		27. 23 29.6	+22 03	10.0		12. 23 24.0	+16 30	10.2	

29 Amphitrite

szembenállás: 07.12.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
5.30.	20 03.2	-28 56	10.2	7.04.	19 41.8	-30 36	9.5	8.08.	19 07.7	-30 44	9.8
6.04.	20 02.2	-29 10	10.1	09.	19 36.7	-30 46	9.4	13.	19 04.4	-30 34	9.9
09.	20 00.4	-29 24	10.0	14.	19 31.4	-30 53	9.4	18.	19 01.9	-30 21	10.0
14.	19 58.0	-29 39	9.9	19.	19 26.0	-30 58	9.4	23.	19 00.1	-30 07	10.1
19.	19 54.8	-29 55	9.8	24.	19 20.9	-30 59	9.5	28.	18 59.1	-29 51	10.2
24.	19 51.0	-30 10	9.7	29.	19 16.0	-30 57	9.6				
29.	19 46.6	-30 24	9.6	8.03.	19 11.5	-30 52	9.7				

39 Laetitia

szembenállás: 12.02.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
11.01.	05 07.1	+07 22	10.2	11.26.	04 50.0	+05 46	9.8	12.21.	04 28.4	+05 39	10.0
06.	05 04.8	+06 59	10.1	12.01.	04 45.5	+05 36	9.7	26.	04 24.9	+05 50	10.1
11.	05 01.8	+06 36	10.0	06.	04 40.9	+05 30	9.8	31.	04 22.1	+06 06	10.2
16.	04 58.2	+06 17	9.9	11.	04 36.5	+05 29	9.8				
21.	04 54.3	+06 00	9.8	16.	04 32.2	+05 32	9.9				

40 Harmonia

szembenállás: 03.08.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
2.19.	11 43.0	+09 02	10.3	3.06.	11 30.1	+10 50	9.9	3.21.	11 15.6	+12 25	10.1
24.	11 39.1	+09 38	10.1	11.	11 25.2	+11 25	9.9	26.	11 11.2	+12 49	10.3
3.01.	11 34.8	+10 14	10.0	16.	11 20.3	+11 57	10.0	31.	11 07.2	+13 08	10.4

44 Nysa

szembenállás: 12.29.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
11.06.	06 53.9	+18 29	10.2	11.26.	06 56.4	+18 18	9.7	12.16.	06 44.8	+18 43	9.2
11.	06 55.8	+18 24	10.1	12.01.	06 54.7	+18 21	9.6	21.	06 40.2	+18 54	9.1
16.	06 56.9	+18 20	9.9	06.	06 52.2	+18 26	9.5	26.	06 35.2	+19 07	9.0
21.	06 57.1	+18 18	9.8	11.	06 48.9	+18 33	9.4	31.	06 30.0	+19 22	9.0

68 Leto

szembenállás: 09.16.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
8.18. 00 11.6	-11 24	10.2		9.12. 23 55.8	-12 50	9.6		10.07. 23 34.9	-13 11	10.0	
23. 00 09.6	-11 41	10.1		17. 23 51.4	-13 03	9.5		12. 23 31.7	-13 01	10.1	
28. 00 06.9	-11 59	9.9		22. 23 47.0	-13 12	9.6		17. 23 29.2	-12 46	10.2	
9.02. 00 03.7	-12 17	9.8		27. 23 42.6	-13 17	9.7					
07. 23 59.9	-12 34	9.7		10.02. 23 38.6	-13 17	9.8					

97 Klotho

szembenállás: 12.22.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
12.01. 06 17.4	+02 01	10.2		12.16. 06 06.5	+01 52	10.0		12.31. 05 53.8	+02 53	10.0	
06. 06 14.3	+01 50	10.1		21. 06 02.3	+02 05	9.9					
11. 06 10.6	+01 47	10.0		26. 05 57.9	+02 25	10.0					

349 Dembowska

szembenállás: 08.12.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
7.19. 22 04.8	-24 44	10.0		8.08. 21 50.6	-26 15	9.7		8.28. 21 32.9	-27 08	9.8	
24. 22 01.9	-25 07	9.9		13. 21 46.2	-26 33	9.7		9.02. 21 28.9	-27 12	9.9	
29. 21 58.5	-25 31	9.9		18. 21 41.7	-26 49	9.7		07. 21 25.3	-27 11	10.0	
8.03. 21 54.7	-25 54	9.8		23. 21 37.2	-27 01	9.8		12. 21 22.2	-27 05	10.0	

532 Herculina

szembenállás: 06.16.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
4.25. 18 11.5	-10 23	10.0		5.30. 17 57.9	-11 35	9.4		7.04. 17 26.0	-14 53	9.5	
30. 18 11.6	-10 26	9.9		6.04. 17 53.6	-11 56	9.4		09. 17 22.2	-15 27	9.6	
5.05. 18 11.0	-10 30	9.8		09. 17 49.1	-12 21	9.3		14. 17 19.0	-16 01	9.7	
10. 18 09.7	-10 38	9.8		14. 17 44.3	-12 48	9.2		19. 17 16.4	-16 36	9.9	
15. 18 07.7	-10 48	9.7		19. 17 39.4	-13 17	9.2		24. 17 14.4	-17 10	10.0	
20. 18 05.0	-11 00	9.6		24. 17 34.7	-13 47	9.3		29. 17 13.1	-17 44	10.1	
25. 18 01.7	-11 16	9.5		29. 17 30.2	-14 20	9.4					

Üstökösök

C/2004 B1 (LINEAR)

szembenállás: 06.11.
földközélen: 05.21. 1.345 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r AU	Δ AU	E °	m
03.16.	20 31.00	−24 55.1	1.675	2.102	52	10.3
26.	20 27.17	−20 41.2	1.719	1.964	61	10.2
04.05.	20 20.32	−15 56.4	1.771	1.815	71	10.2
15.	20 09.50	−10 29.0	1.832	1.666	83	10.1
25.	19 53.53	−04 08.4	1.899	1.529	95	10.0
05.05.	19 31.14	+03 07.3	1.971	1.420	107	10.0
15.	19 01.52	+10 57.5	2.048	1.355	119	10.0
25.	18 25.22	+18 30.7	2.130	1.351	128	10.1
06.04.	17 45.09	+24 40.3	2.214	1.413	131	10.3
14.	17 05.89	+28 46.7	2.302	1.536	128	10.6
24.	16 31.89	+30 55.7	2.391	1.706	121	11.0
07.04.	16 05.18	+31 38.8	2.482	1.909	113	11.4
14.	15 45.77	+31 29.7	2.575	2.133	104	11.7
24.	15 32.59	+30 52.8	2.669	2.367	96	12.1
08.03.	15 24.41	+30 03.1	2.763	2.605	88	12.4
13.	15 20.07	+29 09.9	2.859	2.840	81	12.7
23.	15 18.70	+28 18.1	2.954	3.069	74	13.0

4P/Faye

szembenállás: 10.27.
földközélen: 10.30. 0.685 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r AU	Δ AU	E °	m
07.24.	00 50.57	+12 29.8	2.005	1.495	104	13.0
08.03.	01 05.29	+13 39.6	1.955	1.359	110	12.6
13.	01 19.28	+14 33.8	1.908	1.231	116	12.2
23.	01 32.24	+15 08.3	1.863	1.112	123	11.8
09.02.	01 43.76	+15 18.2	1.823	1.005	130	11.4
12.	01 53.44	+14 59.1	1.786	0.911	137	11.1
22.	02 00.87	+14 07.5	1.753	0.830	146	10.7
10.02.	02 05.80	+12 42.1	1.725	0.766	155	10.4
12.	02 08.38	+10 47.2	1.703	0.719	165	10.2
22.	02 09.13	+08 33.4	1.685	0.692	174	10.1
11.01.	02 09.09	+06 18.1	1.674	0.686	171	10.0
11.	02 09.57	+04 20.4	1.668	0.699	162	10.0
21.	02 11.65	+02 55.1	1.668	0.731	152	10.1
12.01.	02 16.14	+02 09.9	1.675	0.780	143	10.3
11.	02 23.34	+02 04.1	1.687	0.844	134	10.5
21.	02 33.15	+02 32.1	1.705	0.921	127	10.8
31.	02 45.35	+03 26.5	1.728	1.010	120	11.1

29P/Schwassmann-Wachmann 1

szembenállás: 11.25.
földközben: 11.26. 4.887 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ′	r AU	Δ AU	E °	m
01.05.	01 43.94	+21 30.3	5.781	5.414	107	*
15.	01 45.80	+21 22.2	5.783	5.571	98	
25.	01 48.76	+21 20.6	5.785	5.733	88	
02.04.	01 52.73	+21 25.2	5.787	5.894	79	
14.	01 57.63	+21 35.7	5.789	6.050	70	
24.	02 03.32	+21 51.3	5.791	6.198	62	
03.06.	02 09.72	+22 11.5	5.793	6.335	53	
16.	02 16.72	+22 35.5	5.795	6.457	45	
26.	02 24.21	+23 02.6	5.798	6.564	37	
07.04.	03 47.95	+28 21.2	5.821	6.544	42	
14.	03 55.35	+28 49.8	5.824	6.438	49	
24.	04 02.19	+29 16.9	5.826	6.317	57	
08.03.	04 08.36	+29 42.6	5.829	6.184	65	
13.	04 13.74	+30 06.8	5.832	6.042	73	
23.	04 18.20	+30 29.2	5.834	5.892	82	
09.02.	04 21.63	+30 49.9	5.837	5.740	91	
12.	04 23.91	+31 08.4	5.840	5.587	100	
22.	04 24.94	+31 24.3	5.842	5.439	109	
10.02.	04 24.67	+31 37.2	5.845	5.300	119	
12.	04 23.08	+31 46.4	5.848	5.174	129	
22.	04 20.25	+31 51.0	5.850	5.066	139	
11.01.	04 16.32	+31 50.5	5.853	4.981	149	
11.	04 11.53	+31 44.4	5.856	4.921	159	
21.	04 06.21	+31 32.6	5.859	4.891	167	
12.01.	04 00.74	+31 15.6	5.861	4.891	169	
11.	03 55.52	+30 54.5	5.864	4.922	162	
21.	03 50.91	+30 30.8	5.867	4.983	151	
31.	03 47.23	+30 06.0	5.870	5.072	141	

* Az üstökös 15–16^m-s alapfényességről rendszertelen időközönként 13–11^m-ra fényesedik.

71P/Clark

szembenállás: 07.14.
földközben: 06.27. 0.585 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ′	r AU	Δ AU	E °	m
03.26.	17 19.22	−19 47.1	1.712	1.161	105	13.0
04.05.	17 40.78	−21 08.3	1.676	1.052	110	12.6
15.	18 01.83	−22 34.7	1.644	0.953	114	12.2
25.	18 22.06	−24 09.6	1.617	0.864	120	11.8
05.05.	18 40.96	−25 56.9	1.595	0.786	125	11.5
15.	18 58.02	−27 59.6	1.578	0.719	131	11.2
25.	19 12.59	−30 18.7	1.567	0.665	137	11.0
06.04.	19 23.96	−32 51.9	1.562	0.624	144	10.8

C/2005 E2 (McNaught)

szembenállás: 2005.07.22.
földközelen: 02.24. 1.520 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r AU	Δ AU	E °	m
01.05.	22 01.62	-10 49.9	2.223	1.667	44	9.5
15.	22 25.76	-07 10.0	2.223	1.615	41	9.3
25.	22 50.96	-03 15.5	2.225	1.574	38	9.2
02.04.	23 17.19	+00 50.7	2.231	1.544	36	9.1
14.	23 44.45	+05 04.5	2.242	1.525	34	9.1
24.	00 12.76	+09 20.4	2.262	1.520	32	9.1
03.06.	00 42.14	+13 32.5	2.291	1.527	31	9.1
16.	01 12.56	+17 33.9	2.331	1.546	30	9.2
26.	01 43.94	+21 18.2	2.383	1.578	28	9.4
04.05.	02 16.17	+24 39.6	2.447	1.620	27	9.5
15.	02 48.98	+27 33.5	2.521	1.672	26	9.7
25.	03 22.08	+29 57.3	2.605	1.733	24	10.0

73P/Schwassmann-Wachmann 3

szembenállás: 04.12.
földközelen: 05.17. 0.051 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r AU	Δ AU	E °	m
04.05.	14 17.41	+23 28.6	1.316	0.366	144	11.6
15.	14 26.61	+27 32.9	1.228	0.275	141	10.5
25.	14 41.36	+32 57.6	1.145	0.191	133	9.3
05.05.	15 19.96	+42 10.5	1.072	0.114	121	7.7
15.	19 28.06	+57 22.7	1.011	0.055	89	5.8
25.	00 32.27	+10 45.3	0.967	0.078	52	6.2
06.04.	01 21.46	-06 07.6	0.943	0.150	58	7.5
14.	01 43.26	-11 00.9	0.942	0.228	65	8.4
24.	01 58.56	-12 44.2	0.963	0.303	71	9.2
07.04.	02 10.54	-13 24.7	1.005	0.370	78	9.9
14.	02 19.47	-13 47.9	1.064	0.428	85	10.6
24.	02 24.83	-14 15.6	1.136	0.475	92	11.2

41P/Tuttle-Giacobini-Kresák

szembenállás: 2005.12.26.
földközelen: 07.06. 0.942 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r AU	Δ AU	E °	m
05.15.	08 01.44	+25 25.4	1.111	1.099	63	12.0
25.	08 39.26	+24 52.9	1.074	1.060	62	11.4
06.04.	09 20.44	+23 34.5	1.052	1.020	62	10.9
14.	10 04.35	+21 22.8	1.048	0.984	63	10.8
24.	10 50.15	+18 13.7	1.062	0.956	65	10.9
07.04.	11 36.89	+14 09.9	1.092	0.943	68	11.4
14.	12 23.48	+09 24.2	1.137	0.948	71	12.1

Meteorrajok

A raj neve	kódja	aktivitás	max.	v		radiáns		vándorlása	
				SL °	$\frac{km}{s}$	RA °	D °	ΔRA °/d	ΔD °/d
Quadrantidák	QUA	01.01–05.	01.03.	283	41	230	49	0.80	–0.20
Delta Cancridák	DCA	01.01–24.	01.17.	297	28	130	20	0.90	–0.10
Gamma Corvidák	GCO	01.08–29.	01.22.	302		185	–18		
Alfa Hydridák	AHY	01.05–02.14.	01.24.	304	44	135	–12		
Alfa Leonidák	ALE	12.28–02.13.	01.29.	309		159	6		
Alfa Aurigidák	AAU	01.15–02.20.	02.08.	321		74	43		
Delta Leonidák	DLE	02.15–03.10.	02.25.	336	23	168	16	0.75	–0.50
Virginidák	VIR	02.03–04.15.	03.10.	350	35	186	0	0.81	–0.33
Zéta Bootidák	DBO	03.05–15.	03.12.	352		218	12		
Camelopardidák	CAM	03.14–04.07.	03.19.	359	7	119	68	1.35	0.51
Delta Draconidák	DDR	03.11–04.25.	04.03.	12	27	318	65		
Kappa Serpentidák	KSE	04.01–07.	04.05.	14	45	230	18		
Szigma Leonidák	SLE	03.21–05.13.	04.17.	27	20	195	–5	0.44	0.11
Áprilisi Lyridák	LYR	04.16–25.	04.22.	32	49	271	34	1.10	0.00
Mű Virginidák	MVI	04.01–05.12.	04.25.	35	29	221	–5	0.53	–0.30
Alfa Bootidák	ABO	04.14–05.12.	04.28.	36	20	218	19	0.90	–0.10
Fi Bootidák	FBO	04.16–05.12.	05.01.	40	12	240	51		
Alfa Scorpiidák	ASC	03.26–05.12.	05.03.	42	35	240	–22	0.90	–0.10
Éta Aquaridák	ETA	04.19–05.28.	05.06.	45	66	336	–1	0.90	0.40
Éta Lyridák	ELY	05.05–17.	05.08.	48	44	289	44		
Gamma Capricornidák	GCA	04.26–05.25.	05.11.	50		326	–17		
Északi Ophiuchidák	NOP	04.25–05.31.	05.13.	52	30	249	–14	0.90	–0.10
Májusi Ursidák	UMI	05.05–06.06.	05.16.	55		233	76		
Déli Ophiuchidák	SOP	05.10–29.	05.20.	59	30	258	–24	0.90	–0.10
Alfa Coronidák	ACO	05.01–31.	05.22.	60		231	27		
Khi Scorpiidák	CSC	05.11–06.23.	05.28.	66	21	243	–11	0.90	–0.10
Tau Herculidák	THE	05.19–06.14.	06.03.	72	15	228	39	–0.10	0.90
Théta Ophiuchidák	TOP	06.01–19.	06.13.	82	27	268	–28	0.90	0.00
Júniusi Lyridák	JLY	06.11–21.	06.15.	85	31	278	35	0.80	0.00
Corvidák	COR	06.25–07.03.	06.26.	95	10	192	–19		
Rho Sagittaridák	RSA	06.15–07.08.	06.27.	96		293	–17		
Tau Cetidák	CET	06.18–07.04.	06.27.	96		24	–12		
Júniusi Bootidák	JBO	06.26–07.02.	06.27.	96	14	224	47		
Tau Aquaridák	TAQ	06.19–07.05.	06.30.	99		343	–12		
Alfa Pegasidák	APE	07.07–13.	07.10.	108	70	340	15		
Alfa Cygnidák	ACG	07.01–09.30.	07.15.	113		315	48		
Omikron Draconidák	ODR	07.14–28.	07.21.	118	24	285	60		
Piscis Austrinidák	PAU	07.15–08.10.	07.28.	125	35	341	–30	1.00	0.20
Déli Delta Aquaridák	SDA	07.12–08.19.	07.28.	125	41	339	–16	0.80	0.18
Alfa Capricornidák	CAP	07.03–08.15.	07.30.	127	23	307	–10	0.90	0.30

A raj neve	kódja	aktivitás	max.	SL °	v $\frac{\text{km}}{\text{s}}$	radiáns RA °	D °	vándorlása ΔRA °/d	ΔD °/d
Déli Iota Aquaridák	SIA	07.25–08.15.	08.04.	132	34	334	–15	1.07	0.18
Északi Delta Aquaridák	NDA	07.15–08.25.	08.08.	136	42	335	–5	1.00	0.20
Cassiopeidák	CAS	08.01–31.		137	31	18	59		
Perseidák	PER	07.17–08.24.	08.12.	139	59	46	58	1.35	0.12
Kappa Cygnidák	KCG	08.03–25.	08.17.	145	25	286	59		
Északi Iota Aquaridák	NIA	08.11–31.	08.19.	147	31	327	–6	1.03	0.13
Pi Eridanidák	ERI	08.20–09.05.	08.28.	155	59	52	–15	0.80	0.20
Déli Éta Cetidák	SEC	08.22–09.08.	08.31.	158		15	–20		
Alfa Aurigidák	AUR	08.25–09.08.	09.01.	159	66	84	42	1.10	0.00
Északi Éta Cetidák	NEC	08.14–09.15.	09.02.	159		20	–12		
Delta Aurigidák	DAU	09.05–10.10.	09.09.	167	64	60	47		
Epsilon Eridanidák	EER	09.09–12.	09.10.	167		57	–12		
Északi Piscidák	NPI	08.18–10.15.	09.16.	172	29	27	12		
Déli Piscidák	SPI	08.31–11.02.	09.20.	177	26	6	0	0.90	0.20
Kappa Aquaridák	KAQ	09.05–28.	09.21.	178	16	338	–5	1.00	0.20
Októberi Capricornidák	OCC	09.20–10.14.	10.03.	190	15	303	–10	0.80	0.20
Andromedidák	AND	09.25–11.12.	10.03.	190	18	20	34	0.38	0.66
Sigma Orionidák	SOR	09.10–10.26.	10.05.	192	65	86	–3	1.20	0.00
Giacobinidák	GIA	10.06–10.	10.08.	195	20	262	54		
Epsilon Geminidák	EGE	10.14–27.	10.18.	205	70	102	27	1.00	0.00
Orionidák	ORI	10.02–11.07.	10.21.	208	66	95	16	1.23	0.13
Leo Minoridák	LMI	10.22–24.	10.24.	210	62	162	37		
Déli Tauridák	STA	10.01–11.25.	11.05.	223	27	52	13	0.79	0.15
Pegasidák	PEG	10.29–11.12.	11.12.	230	11	335	21		
Északi Tauridák	NTA	10.01–11.25.	11.12.	230	29	58	22	0.76	0.10
Leonidák	LEO	11.14–21.	11.17.	235	71	153	22	0.70	–0.42
Delta Eridanidák	DER	11.06–29.	11.18.	236		58	–9		
Alfa Monocerotidák	AMO	11.15–25.	11.21.	239	65	117	1	1.10	–0.10
Északi Khi Orionidák	ORN	11.26–12.25.	12.02.	250	28	82	23	1.20	0.00
Monocerotidák	MON	11.27–12.17.	12.08.	257	42	100	8	1.20	0.00
Delta Arietidák	ARI	12.08–14.	12.09.	257	13	52	22		
Sigma Hydridák	HYD	12.03–15.	12.11.	259	58	127	2	0.70	–0.20
Déli Khi Orionidák	ORS	12.07–14.	12.11.	259	26	85	16		
Geminidák	GEM	12.07–17.	12.13.	262	35	112	33	1.02	–0.07
Coma Berenicidák	COM	12.12–01.23.	12.20.	268	65	175	25	0.88	–0.45
Ursidák	URS	12.17–26.	12.22.	270	33	217	76		
Omega Canis Maioridák	OCM	12.17–01.04.	12.27.	275		108	–25		

A táblázatban megtalálható a raj hivatalos neve, nemzetközi betűkódja, az aktivitás időszaka, amikor célzottan érdemes megfigyelni, és a legnagyobb gyakoriság időpontja. A fizikai adatok: v a rajtagok átlagos mozgási sebessége a Földhöz képest, RA és D a radiáns egyenlítői koordinátái, SL a Nap geocentrikus ekliptikai hosszúsága a gyakorisági maximum idején, ΔRA és ΔD a radiáns vándorlásának sebessége fok/nap egységben.

Fogyatkozások, fedések

(Minden időadat UT-ben)

Napfogyatkozások:

3.29. 7^h 37^m – 12^h 46^m

Teljes napfogyatkozás, hazánkból részleges fogyatkozásként látható. A fogyatkozás sávja Brazilián, Észak-Afrikán, Törökországon, Grúzián, Oroszországon, Kazahsztánon és Mongólián halad át. A fogyatkozás adatait Magyarország nagyobb városaira a következő táblázat tartalmazza. A jelenségről és megfigyeléséről a *Napfogyatkozás a szomszédban* című cikkben részletes információk találhatók.

9.22. 8^h 40^m – 14^h 40^m

Gyűrűs napfogyatkozás, Európából nem látható. A fogyatkozás sávja Dél-Amerikán, az Atlanti-óceán déli részén és az Indiai-óceán déli részén halad át.

A 3.29-i napfogyatkozás láthatósága – A

Hely	λ ° /	φ ° /	mag.	U_1 h m s	P_1 °	h_1 °
Baja	18 58	+46 11	0.620	9 41 33	206	45
Budapest	19 03	+47 30	0.597	9 44 10	205	44
Debrecen	21 38	+47 32	0.634	9 46 07	207	45
Dunaújváros	18 57	+46 58	0.605	9 43 04	205	44
Eger	20 23	+47 54	0.609	9 45 52	206	44
Győr	17 39	+47 41	0.573	9 43 34	204	43
Kaposvár	17 47	+46 22	0.599	9 41 03	205	44
Kecskemét	19 42	+46 55	0.617	9 43 31	206	44
Miskolc	20 47	+48 06	0.611	9 46 32	206	44
Nyíregyháza	21 43	+47 57	0.627	9 46 57	207	44
Pécs	18 14	+46 05	0.611	9 40 49	206	45
Salgótarján	19 49	+48 06	0.597	9 45 51	205	44
Sopron	16 35	+47 41	0.557	9 42 53	203	43
Szeged	20 09	+46 15	0.637	9 42 34	207	45
Székesfehérvár	18 25	+47 12	0.593	9 43 08	205	44
Szolnok	20 11	+47 11	0.620	9 44 23	206	44
Szombathely	16 38	+47 14	0.566	9 42 01	203	43
Tatabánya	18 25	+47 34	0.579	9 43 31	204	43
Zalaegerszeg	16 51	+46 51	0.576	9 41 23	204	44

A napfogyatkozás minden időadata UT-ben szerepel.

mag. a fogyatkozás maximális nagysága, U_1 a két korong első érintkezése.

Holdfogyatkozások:3.14. 21^h 22^m – 3.15. 02^h 14^m

Félárnyékos holdfogyatkozás, hazánkból is látható. Belépés a félárnyékba 21^h 22^m, a fogyatkozás közepe 23^h 48^m, kilépés a félárnyékból 02^h 14^m. A fogyatkozás nagysága a félárnyékban 1.057.

9.07. 16^h 42^m – 21^h 00^m

Részleges holdfogyatkozás, hazánkból részben látható. Belépés a félárnyékba 16^h 42^m, a Hold kel 17^h 13^m, belépés a teljes árnyékba 18^h 05^m, a fogyatkozás közepe 18^h 51^m, kilépés a teljes árnyékból 19^h 38^m, kilépés a félárnyékból 21^h 00^m. A fogyatkozás nagysága 0.189.

Merkúr-átvonulás:11.08. 19^h 12^m – 11.09. 00^h 10^m

A jelenség Európából nem látható. Megfigyelhető Amerikából, Ausztráliából, Új-Zélandról, az Antarktiszról és Kelet-Ázsiából.

A 3.29-i napfogyatkozás láthatósága – B

Hely	maximum h m s	h_{\max} °	U_4 h m s	P_4 °	h_4 °
Baja	10 49 50	47	11 58 15	73	45
Budapest	10 51 14	46	11 58 23	75	44
Debrecen	10 54 28	46	12 02 32	73	42
Dunaújváros	10 50 36	47	11 58 14	74	44
Eger	10 53 15	46	12 00 31	74	43
Győr	10 49 41	46	11 56 02	76	44
Kaposvár	10 48 31	47	11 56 16	74	45
Kecskemét	10 51 29	47	11 59 28	73	44
Miskolc	10 53 55	45	12 01 08	74	42
Nyíregyháza	10 54 56	45	12 02 37	73	42
Pécs	10 48 48	47	11 57 01	73	45
Salgótarján	10 52 44	45	11 59 35	75	43
Sopron	10 48 22	46	11 54 12	77	44
Szeged	10 51 25	47	12 00 13	72	44
Székesfehérvár	10 50 10	46	11 57 20	75	44
Szolnok	10 52 21	46	12 00 15	73	43
Szombathely	10 47 58	46	11 54 18	76	45
Tatabánya	10 49 54	46	11 56 29	76	44
Zalaegerszeg	10 47 51	47	11 54 40	76	45

U_4 a két korong utolsó külső érintkezése, P_n az egyes kontaktusok pozíciószöge, h_n , h_{\max} a Nap látóhatár feletti magassága.

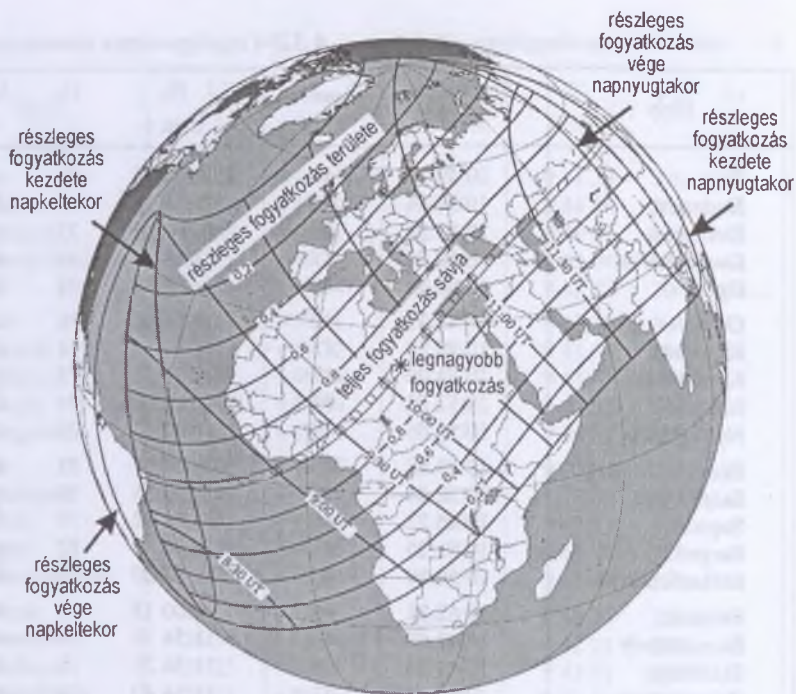
A Hold bolygófedései

7.27. 18^h Mars-fedés

belépés	18 ^h 05 ^m 8	P = 148°	h = 15°,
kilépés	19 ^h 00 ^m 4	P = 272°	h = 6°.

Az év folyamán ezen kívül számos bolygófedés következik be, a többi azonban Magyarországról nem figyelhető meg.

3.27.	16 ^h	Uránusz-fedés	8.25.	14 ^h	Mars-fedés
4.24.	02 ^h	Uránusz-fedés	9.07.	15 ^h	Uránusz-fedés
4.24.	14 ^h	Vénusz-fedés	10.05.	00 ^h	Uránusz-fedés
5.21.	10 ^h	Uránusz-fedés	11.01.	08 ^h	Uránusz-fedés
6.17.	17 ^h	Uránusz-fedés	11.28.	15 ^h	Uránusz-fedés
7.14.	23 ^h	Uránusz-fedés	12.10.	11 ^h	Szaturnusz-fedés
8.11.	09 ^h	Uránusz-fedés	12.25.	21 ^h	Uránusz-fedés



A 3.29-i napfogyatkozás láthatósága

A Hold csillagfedései

dátum	UT h m s	ZC	név	m	J	fázis	h °	C °	P °	A m/°	B m/°
1.03.	18 37 31	3288	50 Aqr	5.8	be	0.18+	6	77É	59	+0.3	-0.5
04.	18 17 54	3422	146614	6.7	be	0.27+	21	80D	78	+1.0	-0.9
05.	17 06 23	0004	128569	6.3	be	0.38+	39	33É	10	+0.3	+1.9
06.	19 40 54	0132	109563	6.7	be	0.50+	34	20É	358	+0.2	+3.3
09.	22 11 00	0521	76029	6.7	be	0.81+	46	26É	15	+1.5	+3.1
10.	16 17 57	0647	χ Tau	5.4	be	0.87+	44	27É	21	-0.2	+3.1
12.	01 25 58	0840	77295	6.3	be	0.94+	35	79D	107	+0.3	-1.9
13.	16 04 34	1088	47 Gem	5.8	be	0.99+	16	66É	103	+0.0	+1.1
21.	01 13 05	1836	138967	6.3	ki	0.65-	28	89É	294	+1.2	+0.3
31.	16 29 07	3355	165353	6.7	be	0.06+	15	85D	78	+0.8	-0.9
2.01.	17 28 31	3505	20 Psc	5.5	be	0.14+	20	75D	83	+0.8	-1.2
03.	18 04 31	0222	92485	7.0	be	0.33+	40	57D	101	+1.5	-1.9
04.	17 34 17	0348	92905	6.8	be	0.44+	55	66É	47	+1.3	+1.0
04.	22 12 22	0371	27 Ari	6.2	be	0.46+	13	67É	48	+0.3	-0.2
05.	22 25 37	0493	75917	6.9	be	0.56+	23	39D	127	-0.2	-3.0
06.	23 45 44	0647	χ Tau	5.4	be	0.67+	21	76D	96	+0.0	-1.6
07.	19 00 54	0773	76998	7.0	be	0.75+	70	90D	88	+1.8	-0.1
10.	00 25 00	1088	47 Gem	5.8	be	0.91+	41	63D	130	+0.3	-2.3
10.	22 29 16	1211	ω^2 Cnc	6.3	be	0.95+	64	51É	72	+2.2	+0.3
14.	21 01 47	1609	χ Leo	4.6	ki	0.97-	33	70D	269	+1.3	+1.6
16.	02 25 16	1716	119100	6.3	ki	0.93-	39	80É	303	+1.3	-1.6
18.	00 43 49	1908	157837	6.9	ki	0.80-	29	78D	281	+1.7	+0.4
19.	02 33 36	2018	158331	6.6	ki	0.71-	26	77D	278	+1.9	+0.0
20.	04 46 00	2134	183040	5.9	ki	0.61-	20	64É	313	+1.4	-1.1
21.	04 33 12	2263	1 Sco	4.6	be	0.51-	17	4D	196	-5.3	-7.8
21.	04 41 19	2263	1 Sco	4.6	ki	0.51-	17	14D	207	+8.3	+6.9
3.01.	18 07 00	0035	109119	6.2	be	0.04+	4	69É	47	+0.1	-0.1
03.	17 39 27	0297	92756	6.5	be	0.18+	35	16É	354	+0.6	+5.3
05.	19 45 56	0587	76350	6.2	be	0.39+	38	44D	123	+0.5	-2.9
06.	22 13 14	0746	76880	7.0	be	0.50+	25	77É	71	+0.4	-1.0
09.	20 29 20	1169	76 Gem	5.3	be	0.78+	64	47D	146	+0.9	-2.9
17.	02 57 59	1887	139183	6.3	ki	0.96-	23	26É	1	+0.3	-2.6
4.01.	20 25 03	0521	76029	6.7	be	0.15+	10	85D	78	-0.1	-1.0
04.	19 30 31	0996	78440	6.8	be	0.43+	49	69É	72	+1.4	-0.7
04.	21 54 47	1008	49 Aur	5.3	be	0.44+	25	56É	59	+0.7	-0.8
06.	20 19 02	1251	λ Cnc	5.9	be	0.63+	54	47É	62	+2.4	+0.2
12.	18 51 59	1836	138967	6.3	be	0.99+	21	69É	84	+1.4	+1.9
16.	23 29 07	2312	184144	5.3	ki	0.89-	13	74É	303	+1.1	+0.2
30.	20 16 57	0773	76998	7.0	be	0.11+	11	42É	31	+0.6	+0.3

dátum	UT h m s	ZC	név	m	J	fázis	h °	C °	P °	A m/°	B m/°
5.02.	21 47 28	1088	47 Gem	5.8	be	0.28+	14	78É	83	-0.1	-1.2
08.	21 46 34	1716	119100	6.3	be	0.82+	35	52É	75	+2.2	-0.9
18.	00 07 40	2910	ω Sgr	4.7	ki	0.76-	7	42É	310	+0.9	+0.5
18.	01 54 59	2914	60 Sgr	4.8	ki	0.75-	15	59É	293	+1.8	+0.2
6.01.	20 13 53	1392	98552	7.3	be	0.30+	26	89É	106	+0.3	-1.8
02.	20 58 34	1493	34 Leo	6.5	be	0.39+	22	42É	62	+1.0	-1.1
21.	00 54 31	0285	92693	7.5	ki	0.23-	12	63É	278	+0.1	+1.4
22.	01 55 02	0421	93140	6.6	ki	0.14-	17	58D	224	-0.2	+1.8
23.	02 24 28	0556	76215	5.4	ki	0.07-	16	27D	201	-0.7	+2.1
7.07.	18 42 39	2287	π Sco	2.9	be	0.87+	15	64D	122	+1.3	+0.0
07.	20 00 46	2287	π Sco	2.9	ki	0.87+	16	-86É	279	+1.8	-0.3
09.	20 53 59	2609	γ^1 Sgr	4.7	be	0.98+	12	31D	129	+1.5	-0.1
12.	22 57 44	3106	φ Cap	5.2	ki	0.95-	18	42D	213	+1.1	+1.4
18.	22 53 15	0371	27 Ari	6.2	ki	0.37-	7	76É	267	-0.2	+1.4
22.	01 26 37	0812	77177	8.0	ki	0.10-	13	89D	272	-0.2	+1.2
8.04.	20 41 54	2383	τ Sco	2.8	be	0.74+	9	31D	154	+1.9	-2.1
17.	23 57 22	0773	76998	7.0	ki	0.29-	18	68É	289	+0.1	+1.0
20.	02 36 00	1088	47 Gem	5.8	ki	0.12-	25	79D	272	+0.2	+1.4
9.05.	18 25 59	3106	φ Cap	5.2	be	0.94+	14	57D	97	+1.3	+1.0
06.	22 20 37	3275	45 Aqr	6.0	be	0.99+	29	38É	4	+0.1	+1.7
07.	18 41 03	3394	146515	7.4	ki	1.00	13	14D	254	+0.7	+1.6
09.	22 40 36	0146	ε Psc	4.3	ki	0.93-	44	45D	200	+0.4	+2.1
11.	00 49 59	0297	92756	6.5	ki	0.85-	57	25D	183	+0.0	+3.2
12.	00 54 59	0435	47 Ari	5.8	ki	0.76-	58	66D	228	+1.0	+1.8
12.	20 15 46	0545	23 Tau	4.1	ki	0.67-	10	84É	262	-0.3	+1.3
12.	20 29 45		Pleiad	3.0	ki	0.67-	12	59É	288	+0.0	+1.1
12.	20 39 42	0549	76192	6.3	ki	0.67-	13	67É	279	-0.1	+1.2
12.	20 43 11	0552	η Tau	2.9	ki	0.67-	14	72É	274	-0.1	+1.3
12.	21 18 22	0560	27 Tau	3.6	ki	0.66-	19	67D	233	-0.2	+1.7
12.	21 23 01	0561	28 Tau	5.0	ki	0.66-	20	83D	249	-0.1	+1.6
12.	21 24 46	0562	76236	6.6	ki	0.66-	21	44É	302	+0.6	+0.8
14.	02 11 44	0746	76880	7.0	ki	0.54-	59	14D	187	-0.5	+6.0
14.	22 38 09	0885	77625	5.6	ki	0.44-	17	67D	247	-0.3	+1.6
16.	01 35 50	1056	78876	7.2	ki	0.33-	35	39D	226	+0.0	+2.9
20.	02 48 45	1506	99049	7.0	ki	0.05-	6	49É	336	+0.3	-0.8
10.01.	21 08 44	2910	ω Sgr	4.7	be	0.65+	5	50D	117	+1.7	-2.2
03.	20 04 16	3197	164686	6.4	be	0.84+	26	87É	64	+1.4	+0.3
09.	01 37 52	0375	93002	6.8	ki	0.95-	56	56É	279	+1.7	-1.2
09.	22 25 57	0501	66 Ari	6.2	ki	0.89-	51	44D	205	+0.2	+2.6
10.	19 23 13	0647	χ Tau	5.4	ki	0.81-	14	41D	208	-0.7	+2.0

dátum	UT h m s	ZC	név	m	J	fázis	h °	C °	P °	A m/o	B m/o
10.11.	03 22 38	0701	76682	6.5	ki	0.79–	64	87D	256	+1.6	+0.0
13.	00 09 25	1008	49 Aur	5.3	ki	0.60–	43	66É	297	+1.2	+0.5
16.	00 42 47	1377	98468	7.0	ki	0.30–	17	55D	254	+0.0	+2.1
19.	03 48 19	1676	118923	6.5	ki	0.08–	15	31D	234	+0.9	+5.3
27.	17 22 10	2688	186932	7.0	be	0.27+	6	77D	103	+1.5	–1.3
29.	16 55 58	2985	189330	6.8	be	0.48+	19	66É	53	+1.3	+0.4
31.	17 18 51	3275	45 Aqr	6.0	be	0.70+	28	35É	12	+0.6	+1.7
11.01.	22 37 13	3430	96 Aqr	5.6	be	0.82+	22	10É	346	–0.8	+4.1
05.	21 45 59	0435	47 Ari	5.8	ki	1.00–	61	67É	240	+1.2	+1.4
06.	17 06 24	0561	28 Tau	5.0	ki	0.98–	14	45É	290	+0.1	+1.0
06.	17 07 23	0560	27 Tau	3.6	ki	0.98–	14	64É	271	–0.1	+1.3
06.	20 15 31	0587	76350	6.2	ki	0.97–	44	41D	197	–0.3	+3.0
07.	22 27 49	0756	76941	6.6	ki	0.92–	57	42É	305	+2.0	–0.6
08.	01 14 44	0773	76998	7.0	ki	0.91–	69	56D	224	+1.6	+2.0
10.	00 09 57	1088	47 Gem	5.8	ki	0.76–	54	89É	276	+1.4	+0.9
10.	03 25 42	1105	79241	6.5	ki	0.75–	68	74É	291	+1.6	–1.2
26.	16 17 57	3092	27 Cap	6.2	be	0.32+	21	79D	86	+1.8	–0.3
26.	16 49 36	3090	190065	6.7	be	0.32+	20	16É	1	–0.3	+1.8
27.	19 15 12	3240	164868	6.7	be	0.44+	18	47D	112	+2.0	–2.6
30.	23 13 38	0098	60 Psc	6.0	be	0.78+	22	82É	60	+0.6	–0.4
12.02.	21 37 36	0375	93002	6.8	be	0.94+	58	49É	37	+1.1	+1.5
03.	18 45 12	0501	66 Ari	6.2	be	0.98+	50	78D	101	+1.5	+0.8
04.	03 08 40	0537	17 Tau	3.7	be	0.99+	22	72É	77	+0.3	–1.0
04.	03 18 50	0536	16 Tau	5.5	be	0.99+	21	29É	34	+0.7	+0.3
04.	03 47 43	0545	23 Tau	4.1	be	0.99+	16	61D	125	–0.4	–2.3
04.	03 57 11		Pleiad	3.0	be	0.99+	15	84É	90	–0.1	–1.3
04.	04 09 31	0552	η Tau	2.9	be	0.99+	13	90É	96	–0.2	–1.4
04.	04 49 53	0560	27 Tau	3.6	be	0.99+	7	67D	120	–0.6	–1.8
05.	20 23 54	0840	77295	6.3	ki	0.99–	50	51D	207	+0.1	+3.6
06.	04 13 51	0885	77625	5.6	ki	0.98–	34	53É	289	+0.3	–1.8
06.	05 03 34	0890	136 Tau	4.6	ki	0.98–	26	57D	221	+1.0	+0.1
07.	00 02 35	1035	78710	6.7	ki	0.95–	69	27É	329	+1.5	–3.1
07.	02 20 03	1042	78770	6.7	ki	0.95–	60	77D	253	+1.7	–0.2
09.	02 25 30	1308	γ Cnc	4.7	ki	0.81–	64	53É	320	+1.2	–2.0
10.	04 53 31	1418	8 Leo	5.7	ki	0.72–	52	39É	339	+0.4	–2.7
11.	06 08 12	1522	99098	6.8	ki	0.63–	43	35D	236	+3.7	+0.6
13.	05 11 29	1708	138420	6.2	ki	0.44–	42	48D	251	+3.3	+1.0
15.	01 38 46	1888	50 Vir	6.0	ki	0.27–	5	54É	327	+0.1	–0.3
15.	05 41 55	1901	157815	7.2	ki	0.26–	30	73É	307	+1.3	–0.5
17.	04 25 35	2108	182858	6.5	ki	0.11–	8	34D	226	+3.7	+6.1
17.	04 48 22	2109	182873	6.0	be	0.11–	10	7D	199	–3.4	–6.2

dátum	UT h m s	ZC	név	m	J	fázis	h °	C °	P °	A m/°	B m/°
12.17.	05 04 03	2109	182873	6.0	ki	0.11–	12	32D	223	+5.0	+6.9
26.	17 05 14	3470	146765	7.1	be	0.39+	37	43É	20	+0.6	+1.4
27.	21 19 05	0064	109238	6.5	be	0.52+	19	65É	42	+0.4	+0.1
28.	22 00 09	0203	92407	6.8	be	0.64+	25	78D	81	+0.6	–1.2

Az előrejelzések 10 cm-es távcsőátmérőre készültek.

UT = a jelenség előrejelzett időpontja UT-ben,

ZC = a csillag Zodiacal Catalog szerinti száma,

név = ha csak szám áll, az a csillag SAO katalógusszáma,

m = a csillag fényessége,

J = jelenség: be = belépés, ki = kilépés,

a fázis – jel esetén csökkenő, + jel esetén növekvő,

h = a Hold látóhatár feletti magassága,

C = a jelenség pozíciószöge a Hold terminátorának északi (É), illetve déli (D) csúcsától, negatív értéknél a világos, pozitívánál a sötét oldalon,

P = a jelenség pozíciószöge,

A = hosszúsági együttható,

B = szélességi együttható.

E két szám segítségével a (λ, φ) földrajzi koordinátájú megfigyelőhelyen a táblázatban előrejelzett t_0 időpont helyett az alábbi t időpontban várható a jelenség:

$$t = t_0 + (\lambda - 19^\circ 0')A + (\varphi - 47^\circ 5')B$$

Útmutató A Hold érintőleges csillagfedései című táblázathoz (következő oldal)

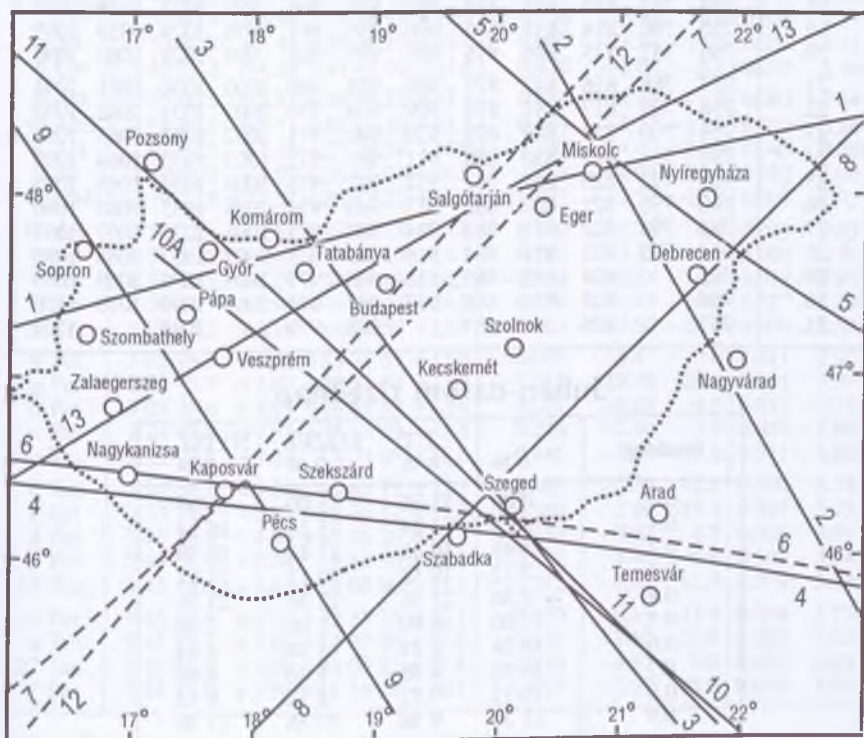
A táblázat és az ábra a Magyarország területéről látható érintőleges fedések adatait tartalmazza. Az elfedett csillagok között szabad szemmel láthatók is vannak. A dátumot és a fedés (érintés) időpontját (amely a térképen szereplő láthatósági határvonal legnyugatibb pontjára vonatkozik) követik a csillag adatai: 4 jegyű Zodiacal Catalog száma (az 5 illetve 6 jegyű szám a csillag SAO katalógusszáma), fényessége, kettőscsillagok esetében a komponensek fényessége, szögtávolsága és pozíciószöge. A p. jelzésű oszlop azt adja meg, hogy a fedés a Holdnak az északi vagy a déli peremén történik. Szerepel még a Hold fázisa, a csillag neve, a fedés határvonalának azonosító száma (No.) a térképen.

Értékes megfigyeléseket a fedés határvonalának kb. 1–3 km-es körzetében lehet végezni, de a környező területekről is érdekes látványt nyújt, amint a Hold északi vagy déli pereme érinti a csillagot. A holdi hegyek és völgyek okozta fedések csak nagyon szűk sávból láthatók. Pontos földrajzi koordinátákat és holdprofil előrejelzést az MCSE címen, a Meteor *Csillagfedések* rovatának vezetőjétől igényelhetnek az észlelők.

A térképen a szaggatott vonal a szürkület miatti, az „A” pedig a horizont közelsége miatti láthatósági határt jelöli. A vonal sorszáma azon az oldalon van ahonnan a fedés látszik.

A Hold érintőleges csillagfedései

dátum	UT h m	ZC	m	m ₁	m ₂	d "	P °	Hold p. fázis	név	No.
1.06.	20 10.9	136	6.1	6.3	13.4	0.1	312	D 50+	WW Psc	1
2.18.	2 51.5	1914	6.7	7.6	7.6	0.1		D 80—	62 Vir	2
2.21.	4 34.3	2263	4.6	5.6	5.6	0.1		D 51—	1 Sco	3
3.04.	18 43.0	435	5.8					É 28+	47 Ari	4
3.21.	3 46.7	2370	6.9					D 67—		5
10.19.	3 33.3	1676	6.5					D 8—		6
11.06.	16 11.6	552	2.9	3.0	4.6	0.0	207	É 98—	η Tau	7
11.08.	18 50.8	77818	6.7					É 85—		8
12.11.	5 51.3	1522	6.8					D 63—		9
12.17.	4 15.5	2108	6.5	7.0	7.2	0.2	213	D 11—	17 Lib	10
12.17.	4 54.6	2109	6.0					D 11—	18 Lib	11
12.24.	15 44.3	3190	2.9	3.2	5.2			É 19+	δ Cap	12
12.27.	18 58.3	53	6.9					D 52+	87 Psc	13



$JD = 2453\,000 + \dots$

Julián-dátum

nap 12 ^h UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	737	768	796	827	857	888	918	949	980	1010	1041	1071
2.	738	769	797	828	858	889	919	950	981	1011	1042	1072
3.	739	770	798	829	859	890	920	951	982	1012	1043	1073
4.	740	771	799	830	860	891	921	952	983	1013	1044	1074
5.	741	772	800	831	861	892	922	953	984	1014	1045	1075
6.	742	773	801	832	862	893	923	954	985	1015	1046	1076
7.	743	774	802	833	863	894	924	955	986	1016	1047	1077
8.	744	775	803	834	864	895	925	956	987	1017	1048	1078
9.	745	776	804	835	865	896	926	957	988	1018	1049	1079
10.	746	777	805	836	866	897	927	958	989	1019	1050	1080
11.	747	778	806	837	867	898	928	959	990	1020	1051	1081
12.	748	779	807	838	868	899	929	960	991	1021	1052	1082
13.	749	780	808	839	869	900	930	961	992	1022	1053	1083
14.	750	781	809	840	870	901	931	962	993	1023	1054	1084
15.	751	782	810	841	871	902	932	963	994	1024	1055	1085
16.	752	783	811	842	872	903	933	964	995	1025	1056	1086
17.	753	784	812	843	873	904	934	965	996	1026	1057	1087
18.	754	785	813	844	874	905	935	966	997	1027	1058	1088
19.	755	786	814	845	875	906	936	967	998	1028	1059	1089
20.	756	787	815	846	876	907	937	968	999	1029	1060	1090
21.	757	788	816	847	877	908	938	969	1000	1030	1061	1091
22.	758	789	817	848	878	909	939	970	1001	1031	1062	1092
23.	759	790	818	849	879	910	940	971	1002	1032	1063	1093
24.	760	791	819	850	880	911	941	972	1003	1033	1064	1094
25.	761	792	820	851	881	912	942	973	1004	1034	1065	1095
26.	762	793	821	852	882	913	943	974	1005	1035	1066	1096
27.	763	794	822	853	883	914	944	975	1006	1036	1067	1097
28.	764	795	823	854	884	915	945	976	1007	1037	1068	1098
29.	765		824	855	885	916	946	977	1008	1038	1069	1099
30.	766		825	856	886	917	947	978	1009	1039	1070	1100
31.	767		826		887		948	979		1040		1101

Julián-dátum tizednap

tizednap	h m		UT h m	KÖZEI h m	NYISZ h m
0.0	0	00	12 00	13 00	14 00
0.1	2	24	14 24	15 24	16 24
0.2	4	48	16 48	17 48	18 48
0.3	7	12	19 12	20 12	21 12
0.4	9	36	21 36	22 36	23 36
0.5	12	00	0 00	1 00	2 00
0.6	14	24	2 24	3 24	4 24
0.7	16	48	4 48	5 48	6 48
0.8	19	12	7 12	8 12	9 12
0.9	21	36	9 36	10 36	11 36

$m < 4^m$

Csillagkatalógus J2006.5-re

 $\delta > -30^\circ$

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
α And	0 08 43.5	+3.11	+29 07 35	+19.9	1.039	-16.33	-12.0	0.024	2.06
β Cas	0 09 31.7	+3.24	+59 11 08	+19.8	6.827	-18.09	11.0	0.072	2.27
γ Peg	0 13 34.3	+3.10	+15 13 11	+20.0	0.019	-1.20	4.0	0.000	2.83
ι Cet	0 19 45.5	+3.06	-8 47 17	+19.9	-0.093	-3.61	19.0	0.010	3.56
ζ Cas	0 37 20.2	+3.37	+53 55 57	+19.8	0.219	-0.91	2.0	0.004	3.66
δ And	0 39 40.6	+3.22	+30 53 47	+19.7	1.060	-9.15	-7.0	0.024	3.27
α Cas	0 40 52.8	+3.44	+56 34 22	+19.7	0.636	-3.19	-4.0	0.016	2.23
β Cet	0 43 54.9	+3.01	-17 57 04	+19.7	1.637	3.25	13.0	0.057	2.04
γ Cas	0 57 06.3	+3.67	+60 45 06	+19.4	0.355	-0.53	-7.0	0.034	2.47
μ And	0 57 07.0	+3.35	+38 32 04	+19.5	1.297	3.27	8.0	0.032	3.87
η Cet	1 08 55.0	+3.02	-10 08 53	+19.0	1.474	-13.83	12.0	0.032	3.45
β And	1 10 05.9	+3.38	+35 39 17	+19.0	1.457	-11.35	3.0	0.043	2.06
ϑ Cet	1 24 20.9	+3.00	-8 09 00	+18.5	-0.532	-21.85	17.0	0.034	3.60
δ Cas	1 26 14.8	+3.97	+60 16 08	+18.6	3.993	-5.11	7.0	0.029	2.68
η Psc	1 31 49.9	+3.22	+15 22 45	+18.4	0.193	-0.55	15.0	0.015	3.62
51 And	1 38 23.7	+3.71	+48 39 39	+18.1	0.652	-11.33	16.0	0.021	3.57
τ Cet	1 44 22.2	+2.79	-15 54 12	+18.9	-11.911	85.64	-16.2	0.275	3.50
ζ Cet	1 51 46.9	+2.96	-10 18 11	+17.7	0.276	-3.90	9.0	0.038	3.73
α Tri	1 53 27.2	+3.44	+29 36 37	+17.4	0.087	-23.51	-13.0	0.050	3.41
ε Cas	1 54 52.2	+4.38	+63 42 06	+17.6	0.476	-2.08	-8.0	0.010	3.38
β Ari	1 55 00.0	+3.33	+20 50 22	+17.5	0.684	-11.11	-2.0	0.063	2.64
γ^1 And	2 04 18.1	+3.71	+42 21 38	+17.1	0.404	-5.17	-12.0	0.013	2.26
α Ari	2 07 32.5	+3.40	+23 29 34	+16.9	1.383	-14.83	-14.0	0.043	2.00
β Tri	2 09 56.0	+3.59	+35 01 04	+16.9	1.218	-4.03	10.0	0.012	3.00
α UMi	2 39 22.5	+72.57	+89 17 32	+15.4	19.877	-1.52	-17.0	0.007	2.02
41 Ari	2 50 22.1	+3.55	+27 17 13	+14.6	0.500	-11.75	4.0	0.031	3.63
η Per	2 51 10.5	+4.42	+55 55 19	+14.7	0.203	-1.42	-1.0	0.006	3.76
τ Per	2 54 43.3	+4.29	+52 47 19	+14.5	-0.004	-0.54	2.0	0.012	3.95
η Eri	2 56 44.7	+2.94	-8 52 21	+14.2	0.536	-21.95	-20.0	0.027	3.89
α Cet	3 02 37.2	+3.14	+4 06 54	+13.9	-0.063	-7.80	-26.0	0.009	2.53
γ Per	3 05 16.3	+4.38	+53 31 53	+13.8	-0.001	-0.47	3.0	0.011	2.93
ρ Per	3 05 35.7	+3.87	+38 51 54	+13.7	1.110	-10.56	28.0	0.011	3.39
β Per	3 08 35.6	+3.93	+40 58 49	+13.6	0.031	-0.09	4.0	0.031	2.12
α Per	3 24 47.4	+4.31	+49 53 02	+12.5	0.246	-2.46	-2.0	0.029	1.80
σ Tau	3 25 09.8	+3.24	+9 03 05	+12.5	-0.445	-7.80	-21.0	0.011	3.60
ξ Tau	3 27 31.3	+3.26	+9 45 18	+12.3	0.405	-3.89	-2.0	0.000	3.74
ε Eri	3 33 14.2	+2.83	-9 26 12	+12.0	-6.580	2.10	15.4	0.303	3.73
δ Per	3 43 23.4	+4.30	+47 48 28	+11.2	0.280	-3.42	4.0	0.016	3.01
δ Eri	3 43 33.6	+2.88	-9 44 30	+12.0	-0.622	74.48	-6.0	0.109	3.54
17 Tau	3 45 15.8	+3.57	+24 08 00	+11.1	0.142	-4.61	12.0	0.019	3.70
ν Per	3 45 38.3	+4.10	+42 35 55	+11.1	-0.130	-0.16	-13.0	0.014	3.77
η Tau	3 47 52.3	+3.58	+24 07 29	+10.9	0.136	-4.60	10.0	0.008	2.87
27 Tau	3 49 33.0	+3.58	+24 04 22	+10.8	0.130	-4.67	9.0	0.000	3.63
ζ Per	3 54 32.5	+3.79	+31 54 09	+10.4	0.045	-1.02	20.0	0.010	2.85

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
ε Per	3 58 17.5	+4.04	+40 01 43	+10.1	0.156	-2.58	1.0	0.009	2.89
γ Eri	3 58 20.0	+2.80	-13 29 25	+10.0	0.420	-11.14	62.0	0.010	2.95
λ Tau	4 01 02.5	+3.33	+12 30 30	+9.9	-0.043	-1.24	18.0	0.002	3.47
ν Tau	4 03 30.2	+3.20	+6 00 25	+9.8	0.035	-0.32	-6.0	0.022	3.91
γ Tau	4 20 09.8	+3.42	+15 38 34	+8.4	0.799	-2.50	39.0	0.028	3.63
δ^1 Tau	4 23 18.6	+3.47	+17 33 26	+8.2	0.747	-2.96	39.0	0.016	3.76
ε Tau	4 28 59.8	+3.51	+19 11 40	+7.7	0.756	-3.77	39.0	0.018	3.54
α Tau	4 36 17.7	+3.45	+16 31 19	+7.0	0.439	-18.97	54.0	0.048	0.85
ν Eri	4 36 38.7	+3.00	-3 20 22	+7.1	0.013	-0.52	15.0	0.000	3.93
53 Eri	4 38 28.7	+2.75	-14 17 30	+6.8	-0.519	-15.56	42.0	0.036	3.87
π^3 Ori	4 50 11.6	+3.26	+6 58 20	+6.0	3.130	1.15	24.0	0.125	3.19
π^4 Ori	4 51 33.2	+3.20	+5 36 57	+5.9	-0.009	0.06	23.0	0.001	3.69
π^5 Ori	4 54 35.4	+3.13	+2 27 03	+5.6	0.002	-0.03	23.0	0.003	3.72
ι Aur	4 57 25.1	+3.92	+33 10 33	+5.4	0.027	-1.79	18.0	0.015	2.69
ε Aur	5 02 26.2	+4.32	+43 49 56	+5.0	-0.006	-0.38	-3.0	0.007	2.99
ζ Aur	5 02 56.0	+4.20	+41 05 05	+4.9	0.076	-2.20	13.0	0.005	3.75
ε Lep	5 05 44.2	+2.54	-22 21 46	+4.6	0.180	-7.38	1.0	0.011	3.19
η Aur	5 06 58.3	+4.22	+41 14 34	+4.5	0.259	-6.78	7.0	0.013	3.17
β Eri	5 08 10.2	+2.95	-5 04 42	+4.4	-0.633	-8.08	-9.0	0.042	2.79
μ Lep	5 13 13.4	+2.70	-16 11 54	+4.0	0.296	-2.59	28.0	0.018	3.31
β Ori	5 14 51.0	+2.89	-8 11 40	+3.9	0.003	-0.13	21.0	0.013	0.12
α Aur	5 17 10.2	+4.44	+46 00 14	+3.3	0.728	-42.47	30.0	0.073	0.08
τ Ori	5 17 55.3	+2.92	-6 50 16	+3.7	-0.101	-0.82	20.0	0.006	3.60
γ Ori	5 25 28.8	+3.22	+6 21 18	+3.0	-0.059	-1.39	18.0	0.026	1.64
β Tau	5 26 42.2	+3.80	+28 36 45	+2.7	0.169	-17.51	9.0	0.018	1.65
β Lep	5 28 31.4	+2.57	-20 45 17	+2.7	-0.031	-8.86	-14.0	0.014	2.84
δ Ori	5 32 20.3	+3.07	-0 17 41	+2.4	0.010	-0.22	16.0	0.014	2.23
α Lep	5 33 01.0	+2.65	-17 49 05	+2.4	0.007	0.19	24.0	0.007	2.58
ι Ori	5 35 45.1	+2.94	-5 54 22	+2.1	0.000	0.11	22.0	0.021	2.76
ε Ori	5 36 32.6	+3.05	-1 11 54	+2.0	0.006	-0.24	26.0	0.000	1.70
ζ Tau	5 38 02.0	+3.59	+21 08 46	+1.9	0.002	-2.10	20.0	0.008	3.00
γ Lep	5 44 44.1	+2.50	-22 26 48	+1.0	-2.114	-36.98	-10.0	0.122	3.60
ζ Lep	5 47 15.0	+2.72	-14 49 12	+1.1	-0.109	-0.06	20.0	0.042	3.55
κ Ori	5 48 03.9	+2.85	-9 40 04	+1.0	0.013	-0.24	21.0	0.015	2.06
δ Lep	5 51 36.1	+2.58	-20 52 44	+0.1	1.623	-64.89	99.3	0.022	3.81
α Ori	5 55 31.4	+3.25	+7 24 28	+0.4	0.173	0.87	21.0	0.005	0.50
η Lep	5 56 42.1	+2.73	-14 10 01	+0.4	-0.286	13.93	-2.0	0.061	3.71
β Aur	6 00 00.3	+4.40	+44 56 51	-0.0	-0.541	0.03	-18.0	0.037	1.90
δ Aur	6 00 03.8	+4.94	+54 17 04	-0.1	0.926	-12.54	8.0	0.020	3.72
β CMa	6 22 59.2	+2.64	-17 57 34	-2.0	-0.044	0.03	34.0	0.014	1.98
μ Gem	6 23 21.2	+3.63	+22 30 35	-2.1	0.391	-11.10	55.0	0.021	2.88
γ Gem	6 38 05.3	+3.47	+16 23 36	-3.4	0.293	-4.16	-13.0	0.031	1.93
ε Gem	6 44 19.9	+3.69	+25 07 27	-3.9	-0.041	-1.34	10.0	0.017	2.98
α CMa	6 45 26.1	+2.64	-16 43 31	-5.2	-3.847	-120.53	-7.6	0.375	-1.46
ξ Gem	6 45 39.2	+3.37	+12 53 17	-4.2	-0.791	-19.14	25.0	0.051	3.36

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
ϑ Gem	6 53 13.0	+3.95	+33 57 10	-4.7	-0.017	-4.81	21.0	0.021	3.60
ϵ Cma	6 58 52.9	+2.36	-28 58 53	-5.1	0.031	0.28	27.0	0.000	1.50
σ Cma	7 01 58.7	+2.39	-27 56 40	-5.3	-0.038	0.49	22.0	0.017	3.46
σ^2 Cma	7 03 17.8	+2.51	-23 50 35	-5.5	-0.031	0.32	48.0	0.000	3.03
ζ Gem	7 04 29.6	+3.56	+20 33 37	-5.6	-0.065	-0.05	7.0	0.000	3.79
δ Cma	7 08 39.3	+2.44	-26 24 14	-5.9	-0.024	0.44	34.0	0.000	1.86
λ Gem	7 18 28.0	+3.45	+16 31 41	-6.8	-0.331	-3.66	-9.0	0.041	3.58
δ Gem	7 20 30.6	+3.58	+21 58 11	-6.9	-0.188	-1.23	4.0	0.059	3.53
η Cma	7 24 21.1	+2.37	-29 18 58	-7.2	-0.031	0.53	41.0	0.000	2.44
ι Gem	7 26 07.8	+3.72	+27 47 05	-7.4	-0.926	-8.61	8.0	0.031	3.79
β CMi	7 27 30.2	+3.25	+8 16 33	-7.5	-0.350	-3.83	22.0	0.020	2.90
α Gem	7 35 00.8	+3.82	+31 52 26	-8.2	-1.347	-9.87	-1.0	0.072	1.58
α CMi	7 39 38.5	+3.14	+5 12 29	-9.5	-4.755	-102.29	-3.0	0.288	0.38
α Mon	7 41 33.5	+2.87	-9 34 00	-8.6	-0.493	-1.92	11.0	0.019	3.93
κ Gem	7 44 50.4	+3.62	+24 22 55	-8.9	-0.244	-5.23	21.0	0.025	3.57
β Gem	7 45 42.8	+3.66	+28 00 36	-9.0	-4.740	-4.59	3.0	0.093	1.14
ξ Pup	7 49 34.1	+2.52	-24 52 35	-9.2	-0.022	-0.18	3.0	0.003	3.34
ρ Pup	8 07 49.3	+2.56	-24 19 24	-10.6	-0.606	4.92	46.0	0.031	2.81
β Cnc	8 16 52.1	+3.25	+9 09 54	-11.3	-0.298	-4.89	22.0	0.014	3.52
(Hya)	8 25 59.1	+3.00	-3 55 41	-11.9	-0.444	-2.29	10.0	0.019	3.90
σ UMa	8 30 48.0	+4.94	+60 41 45	-12.4	-1.818	-10.73	20.0	0.009	3.36
δ Cnc	8 45 03.2	+3.40	+18 07 48	-13.4	-0.126	-22.81	17.0	0.025	3.94
ζ Hya	8 55 44.2	+3.17	+5 55 14	-13.9	-0.665	1.44	23.0	0.029	3.11
ι UMa	8 59 39.0	+4.08	+48 00 57	-14.4	-4.428	-22.64	9.0	0.066	3.14
κ UMa	9 04 04.0	+4.07	+47 07 50	-14.5	-0.323	-5.41	4.0	0.010	3.60
ϑ Hya	9 14 42.1	+3.12	+2 17 11	-15.4	0.862	-31.00	-10.0	0.019	3.88
α Lyn	9 21 27.0	+3.64	+34 21 53	-15.4	-1.789	1.87	38.0	0.021	3.13
α Hya	9 27 54.4	+2.95	-8 41 14	-15.8	-0.093	3.28	-4.0	0.017	1.98
23 UMa	9 32 02.1	+4.67	+63 01 59	-16.0	1.604	2.77	-10.0	0.034	3.67
ϑ UMa	9 33 17.3	+3.98	+51 38 51	-16.6	-10.253	-53.14	15.0	0.052	3.17
ι Hya	9 40 11.3	+3.06	-1 10 22	-16.5	0.324	-6.43	23.0	0.020	3.91
σ Leo	9 41 29.8	+3.20	+9 51 45	-16.5	-0.961	-3.67	27.0	0.028	3.52
ϵ Leo	9 46 13.1	+3.40	+23 44 38	-16.7	-0.337	-1.10	4.0	0.010	2.98
ν UMa	9 51 26.8	+4.22	+59 00 28	-17.1	-3.797	-15.12	27.0	0.036	3.80
μ Leo	9 53 07.9	+3.40	+25 58 34	-17.1	-1.602	-5.59	14.0	0.022	3.88
η Leo	10 07 41.2	+3.26	+16 43 51	-17.7	-0.011	-0.04	3.0	0.003	3.52
α Leo	10 08 43.1	+3.19	+11 56 07	-17.7	-1.693	0.64	6.0	0.039	1.35
λ Hya	10 10 54.3	+2.93	-12 23 11	-17.9	-1.379	-8.85	19.0	0.014	3.61
ζ Leo	10 17 03.0	+3.33	+23 23 05	-18.1	0.131	-0.71	-16.0	0.017	3.44
λ UMa	10 17 29.2	+3.60	+42 52 54	-18.1	-1.494	-3.78	18.0	0.030	3.45
μ UMa	10 22 42.9	+3.55	+41 28 00	-18.2	-0.726	3.45	-21.0	0.031	3.05
μ Hya	10 26 24.3	+2.91	-16 52 11	-18.5	-0.890	-7.99	40.0	0.013	3.81
ρ Leo	10 33 09.2	+3.16	+9 16 23	-18.6	-0.044	-0.27	42.0	0.011	3.85
ν Hya	10 49 56.8	+2.96	-16 13 40	-18.9	0.654	20.02	-1.0	0.022	3.11
46 LMi	10 53 40.4	+3.34	+34 10 47	-19.5	0.700	-27.85	16.0	0.017	3.83

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
β UMa	11 02 13.8	+3.59	+56 20 51	-19.4	0.988	3.40	-12.0	0.042	2.37
α UMa	11 04 07.5	+3.66	+61 42 56	-19.5	-1.675	-6.65	-9.0	0.031	1.79
ψ UMa	11 10 01.6	+3.35	+44 27 47	-19.6	-0.604	-2.77	-4.0	0.000	3.01
δ Leo	11 14 27.2	+3.18	+20 29 17	-19.8	1.011	-12.98	-20.0	0.040	2.56
ϑ Leo	11 14 34.8	+3.14	+15 23 38	-19.7	-0.420	-7.86	8.0	0.019	3.34
ν UMa	11 18 49.7	+3.23	+33 03 31	-19.7	-0.205	2.84	-9.0	0.013	3.48
δ Crt	11 19 40.0	+3.00	-14 48 50	-19.5	-0.844	20.75	-5.0	0.019	3.56
λ Dra	11 31 47.0	+3.50	+69 17 42	-19.9	-0.733	-1.71	7.0	0.024	3.84
χ UMa	11 46 23.5	+3.15	+47 44 36	-20.0	-1.361	2.95	-9.0	0.014	3.71
β Leo	11 49 23.5	+3.06	+14 32 08	-20.1	-3.422	-11.41	0.0	0.076	2.14
β Vir	11 51 02.0	+3.13	+1 43 41	-20.3	4.954	-27.11	5.0	0.098	3.61
γ UMa	11 54 10.2	+3.13	+53 39 31	-20.0	1.073	1.17	-13.0	0.020	2.44
ε Crv	12 10 27.6	+3.10	-22 39 21	-20.0	-0.512	1.35	5.0	0.020	3.00
δ UMa	12 15 44.7	+2.95	+56 59 48	-20.0	1.270	0.94	-13.0	0.052	3.31
γ Crv	12 16 08.5	+3.09	-17 34 41	-20.0	-1.124	2.33	-4.0	0.000	2.59
η Vir	12 20 14.3	+3.07	-0 42 10	-20.0	-0.419	-1.81	2.0	0.010	3.89
δ Crv	12 30 12.1	+3.11	-16 33 06	-20.0	-1.460	-13.80	9.0	0.018	2.95
κ Dra	12 33 45.4	+2.53	+69 45 09	-19.8	-1.130	1.19	-11.0	0.010	3.87
δ Crv	12 34 43.8	+3.16	-23 25 57	-19.9	0.016	-5.39	-8.0	0.027	2.65
ε UMa	12 54 18.8	+2.62	+55 55 29	-19.5	1.328	-0.58	-9.0	0.009	1.77
δ Vir	12 55 55.9	+3.02	+3 21 44	-19.5	-3.129	-5.39	-18.0	0.017	3.38
α^2 CVn	12 56 19.9	+2.80	+38 17 00	-19.4	-1.987	5.65	-3.0	0.023	2.90
ε Vir	13 02 30.0	+2.99	+10 55 28	-19.3	-1.854	2.00	-14.0	0.036	2.83
γ Hya	13 19 16.6	+3.27	-23 12 21	-18.9	0.467	-4.47	-5.0	0.021	3.00
ζ UMa	13 24 11.2	+2.41	+54 53 30	-18.7	1.411	-2.00	-6.0	0.037	2.27
α Vir	13 25 32.2	+3.17	-11 11 42	-18.7	-0.278	-2.83	1.0	0.021	0.97
ζ Vir	13 35 01.5	+3.06	-0 37 44	-18.3	-1.899	4.21	-13.0	0.035	3.37
η UMa	13 47 47.8	+2.36	+49 16 52	-17.9	-1.249	-1.09	-11.0	0.035	1.86
η Boo	13 54 59.6	+2.86	+18 21 55	-17.9	-0.440	-35.83	0.0	0.102	2.68
α Dra	14 04 33.9	+1.63	+64 20 42	-17.1	-0.842	1.83	-13.0	0.011	3.65
π Hya	14 06 44.6	+3.43	-26 42 48	-17.2	0.328	-13.89	27.0	0.039	3.27
α Boo	14 15 57.5	+2.74	+19 08 56	-18.6	-7.714	-199.84	-5.0	0.090	-0.04
ϱ Boo	14 32 06.6	+2.59	+30 20 35	-15.7	-0.772	11.94	-14.0	0.025	3.58
γ Boo	14 32 20.4	+2.41	+38 16 48	-15.6	-0.966	15.32	-37.0	0.016	3.03
μ Vir	14 43 24.2	+3.17	-5 41 10	-15.5	0.729	-31.60	5.0	0.039	3.88
109 Vir	14 46 34.7	+3.04	+1 51 57	-15.0	-0.758	-2.64	-6.0	0.030	3.72
β UMi	14 50 41.6	-0.12	+74 07 44	-14.7	-0.763	1.22	17.0	0.031	2.08
α^2 Lib	14 51 14.4	+3.33	-16 04 06	-14.8	-0.734	-6.68	-10.0	0.049	2.75
β Boo	15 02 11.5	+2.26	+40 21 55	-14.1	-0.356	-2.78	-20.0	0.022	3.50
σ Lib	15 04 27.1	+3.53	-25 18 26	-13.9	-0.540	-4.30	-4.0	0.056	3.29
δ Boo	15 15 45.9	+2.42	+33 17 27	-13.3	0.689	-11.20	-12.0	0.028	3.49
β Lib	15 17 21.5	+3.24	-9 24 24	-13.1	-0.649	-1.91	-35.0	0.000	2.61
γ UMi	15 20 43.4	-0.05	+71 48 39	-12.8	-0.401	2.02	-4.0	0.003	3.05
ι Dra	15 25 04.5	+1.34	+58 56 36	-12.5	-0.117	1.73	-11.0	0.032	3.29
β CrB	15 28 05.8	+2.48	+29 05 01	-12.2	-1.369	8.63	-19.0	0.031	3.68

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
α CrB	15 34 57.8	+2.54	+26 41 35	-11.9	0.906	-8.86	2.0	0.043	2.23
γ Lib	15 35 53.5	+3.37	-14 48 39	-11.8	0.445	0.88	-28.0	0.033	3.91
ν Lib	15 37 25.2	+3.66	-28 09 22	-11.7	-0.069	0.27	-25.0	0.037	3.58
α Ser	15 44 35.3	+2.96	+6 24 20	-11.1	0.917	4.68	3.0	0.046	2.65
β Ser	15 46 29.3	+2.77	+15 24 07	-11.1	0.463	-4.50	-1.0	0.034	3.67
μ Ser	15 49 57.6	+3.14	-3 26 59	-10.8	-0.574	-2.40	-9.0	0.007	3.54
ϵ Ser	15 51 08.4	+3.00	+4 27 31	-10.6	0.858	6.28	-9.0	0.035	3.71
γ Ser	15 56 45.2	+2.78	+15 38 27	-11.5	2.158	-128.14	7.0	0.069	3.85
π Sco	15 59 14.8	+3.64	-26 07 57	-10.1	-0.084	-2.55	-3.0	0.010	2.89
δ Sco	16 00 43.1	+3.56	-22 38 23	-10.0	-0.085	-2.22	-7.0	0.000	2.32
β^1 Sco	16 05 49.0	+3.50	-19 49 22	-9.6	-0.039	-1.91	-1.0	0.009	2.62
δ Oph	16 14 41.2	+3.15	-3 42 38	-9.0	-0.294	-14.30	-20.0	0.029	2.74
ϵ Oph	16 18 40.0	+3.18	-4 42 29	-8.5	0.566	4.10	-10.0	0.036	3.24
τ Her	16 19 56.2	+1.81	+46 17 53	-8.4	-0.109	4.00	-14.0	0.027	3.89
σ Sco	16 21 35.1	+3.66	-25 36 29	-8.4	-0.076	-2.07	3.0	0.000	2.89
γ Her	16 22 12.4	+2.65	+19 08 17	-8.3	-0.330	4.32	-35.0	0.015	3.75
α Sco	16 29 48.4	+3.69	-26 26 45	-7.7	-0.071	-2.03	-3.0	0.019	0.96
β Her	16 30 30.0	+2.58	+21 28 33	-7.6	-0.702	-1.46	-26.0	0.017	2.77
τ Sco	16 36 17.3	+3.74	-28 13 45	-7.2	-0.064	-2.21	2.0	0.020	2.82
ζ Oph	16 37 31.1	+3.31	-10 34 47	-7.0	0.092	2.63	-15.0	0.003	2.56
η Her	16 43 07.2	+2.06	+38 54 37	-6.7	0.318	-8.25	8.0	0.053	3.53
κ Oph	16 57 58.6	+2.84	+9 21 55	-5.4	-1.969	-1.05	-56.0	0.026	3.20
ϵ Her	17 00 32.3	+2.30	+30 55 02	-5.1	-0.362	2.76	-25.0	0.022	3.92
ζ Dra	17 08 48.4	+0.19	+65 42 24	-4.4	-0.324	2.18	-17.0	0.017	3.17
η Oph	17 10 45.1	+3.45	-15 43 57	-4.2	0.260	9.50	-1.0	0.052	2.43
π Her	17 15 16.4	+2.09	+36 48 08	-3.9	-0.215	0.36	-26.0	0.020	3.16
δ Her	17 15 17.9	+2.47	+24 49 55	-4.0	-0.151	-15.69	-40.0	0.034	3.14
ϑ Oph	17 22 24.6	+3.69	-25 00 20	-3.3	-0.026	-1.99	-2.0	0.000	3.27
β Dra	17 30 34.8	+1.36	+52 17 48	-2.6	-0.171	1.48	-20.0	0.013	2.79
α Oph	17 35 14.2	+2.79	+12 33 21	-2.4	0.822	-22.64	13.0	0.056	2.08
ξ Ser	17 37 57.6	+3.44	-15 24 08	-2.0	-0.289	-5.82	-43.0	0.026	3.54
ι Her	17 39 38.9	+1.70	+46 00 11	-1.8	-0.047	0.53	-20.0	0.005	3.80
β Oph	17 43 47.6	+2.97	+4 33 54	-1.3	-0.267	15.95	-12.0	0.023	2.77
μ Her	17 46 42.8	+2.35	+27 43 02	-1.9	-2.339	-75.12	-15.6	0.108	3.42
γ Oph	17 48 13.1	+3.01	+2 42 19	-1.1	-0.146	-7.39	-7.0	0.032	3.75
ξ Dra	17 53 38.5	+1.04	+56 52 18	-0.5	1.144	7.97	-26.0	0.031	3.75
ϑ Her	17 56 28.6	+2.06	+37 15 00	-0.3	0.036	0.64	-27.0	0.002	3.86
γ Dra	17 56 45.4	+1.40	+51 29 18	-0.3	-0.081	-1.94	-28.0	0.017	2.23
ξ Her	17 58 01.1	+2.33	+29 14 51	-0.2	0.642	-1.69	-2.0	0.018	3.70
ν Oph	17 59 23.1	+3.30	-9 46 26	-0.2	-0.044	-11.58	13.0	0.015	3.34
72 Oph	18 07 39.5	+2.85	+9 33 55	+0.7	-0.407	7.99	-24.0	0.037	3.73
σ Her	18 07 47.8	+2.34	+28 45 49	+0.7	0.009	0.95	-30.0	0.005	3.83
μ Sgr	18 14 09.1	+3.59	-21 03 24	+1.2	0.012	0.13	-6.0	0.012	3.86
χ Dra	18 20 56.3	-1.09	+72 44 08	+1.5	11.941	-34.95	32.5	0.120	3.57
δ Sgr	18 21 24.6	+3.84	-29 49 29	+1.8	0.271	-2.80	-20.0	0.039	2.70

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
η Ser	18 21 38.8	+3.11	-2 53 48	+1.2	-3.651	-70.03	9.0	0.054	3.26
109 Her	18 23 58.5	+2.56	+21 46 23	+1.9	1.407	-24.22	-58.0	0.016	3.84
λ Sgr	18 28 22.3	+3.70	-25 25 03	+2.3	-0.324	-18.52	-43.0	0.046	2.81
α Sct	18 35 33.7	+3.27	-8 14 21	+2.8	-0.102	-31.21	36.0	0.013	3.85
α Lyr	18 37 09.5	+2.03	+38 47 24	+3.5	1.726	28.61	-14.0	0.123	0.03
φ Sgr	18 46 03.7	+3.75	-26 59 01	+4.0	0.398	0.04	22.0	0.000	3.17
β Lyr	18 50 19.2	+2.22	+33 22 14	+4.4	0.026	-0.30	-19.0	0.000	3.45
σ Sgr	18 55 40.1	+3.72	-26 17 17	+4.8	0.099	-5.42	-11.0	0.000	2.02
ξ^2 Sgr	18 58 07.0	+3.58	-21 05 51	+5.0	0.235	-1.16	-20.0	0.011	3.51
γ Lyr	18 59 11.2	+2.25	+32 41 56	+5.1	-0.016	0.23	-21.0	0.011	3.24
ζ Aql	19 05 42.5	+2.76	+13 52 25	+5.6	-0.035	-9.60	-25.0	0.036	2.99
λ Aql	19 06 35.6	+3.18	-4 52 20	+5.7	-0.115	-8.99	-12.0	0.025	3.44
τ Sgr	19 07 20.7	+3.74	-27 39 38	+5.6	-0.401	-25.05	45.0	0.038	3.32
π Sgr	19 10 09.0	+3.56	-21 00 46	+6.0	-0.001	-3.54	-10.0	0.016	2.89
δ Dra	19 12 33.3	-0.00	+67 40 23	+6.3	1.649	9.26	25.0	0.028	3.07
κ Cyg	19 17 15.2	+1.38	+53 22 50	+6.8	0.659	12.48	-29.0	0.023	3.77
δ Aql	19 25 49.6	+3.02	+3 07 41	+7.4	1.715	8.22	-30.0	0.062	3.36
ι^2 Cyg	19 29 52.2	+1.51	+51 44 38	+7.8	0.219	12.98	-20.0	0.005	3.79
β^1 Cyg	19 30 59.0	+2.42	+27 58 25	+7.7	0.015	-0.17	-24.0	0.017	3.24
γ Aql	19 46 34.1	+2.85	+10 37 46	+9.0	0.119	-0.18	-2.0	0.016	2.72
δ Sge	19 47 40.7	+2.68	+18 33 02	+9.1	0.048	0.83	3.0	0.001	3.82
α Aql	19 51 06.0	+2.93	+8 53 09	+9.7	3.629	38.63	-26.3	0.198	0.77
η Aql	19 52 48.2	+3.05	+1 01 22	+9.5	0.072	-0.71	-15.0	0.010	3.90
β Aql	19 55 38.0	+2.95	+6 25 24	+9.2	0.324	-48.19	-39.8	0.070	3.71
η Cyg	19 56 33.0	+2.25	+35 06 04	+9.7	-0.257	-2.74	-27.0	0.015	3.89
γ Sge	19 59 02.8	+2.67	+19 30 37	+10.0	0.465	2.37	-33.0	0.011	3.47
ϑ Aql	20 11 38.4	+3.09	-0 48 07	+10.9	0.256	0.44	-27.0	0.012	3.23
31 Cyg	20 13 50.2	+1.89	+46 45 41	+11.1	0.043	0.26	-8.0	0.007	3.79
α^2 Cap	20 18 24.9	+3.32	-12 31 28	+11.4	0.436	0.38	0.0	0.033	3.56
β Cap	20 21 22.5	+3.37	-14 45 38	+11.6	0.291	0.16	-19.0	0.010	3.08
γ Cyg	20 22 27.7	+2.15	+40 16 40	+11.7	0.035	0.03	-8.0	0.003	2.20
α Del	20 39 56.4	+2.79	+15 56 07	+12.9	0.455	-0.23	-3.0	0.008	3.77
α Cyg	20 41 39.2	+2.05	+45 18 14	+13.0	0.027	0.23	-5.0	0.000	1.25
η Cep	20 45 25.3	+1.21	+61 51 51	+14.1	1.229	81.85	-87.3	0.071	3.43
ε Cyg	20 46 28.5	+2.43	+33 59 42	+13.6	2.861	32.79	-11.0	0.044	2.46
ε Aqr	20 48 01.6	+3.24	-9 28 18	+13.4	0.235	-3.43	-16.0	0.015	3.77
ν Cyg	20 57 25.0	+2.24	+41 11 33	+14.0	0.109	-1.56	-28.0	0.010	3.94
ξ Cyg	21 05 10.1	+2.19	+43 57 14	+14.5	0.078	0.11	-20.0	0.007	3.72
ζ Cyg	21 13 12.8	+2.56	+30 15 14	+14.9	0.005	-5.57	17.0	0.021	3.20
α Equ	21 16 08.9	+3.00	+5 16 30	+15.0	0.394	-8.76	-16.0	0.013	3.92
α Cep	21 18 44.1	+1.43	+62 36 48	+15.3	2.181	4.94	-10.0	0.063	2.44
ζ Cap	21 27 02.2	+3.42	-22 22 58	+15.8	0.007	2.33	3.0	0.000	3.74
β Cep	21 28 44.5	+0.75	+70 35 22	+15.8	0.207	0.70	-8.0	0.014	3.23
β Aqr	21 31 54.0	+3.15	-5 32 32	+16.0	0.141	-0.82	7.0	0.006	2.91
γ Cap	21 40 27.0	+3.32	-16 37 58	+16.4	1.322	-2.35	-31.0	0.025	3.68

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
ϵ Peg	21 44 30.3	+2.95	+9 54 18	+16.6	0.207	-0.06	5.0	0.006	2.39
δ Cap	21 47 23.9	+3.30	-16 05 51	+16.5	1.827	-29.66	-6.0	0.065	2.87
α Aqr	22 06 07.1	+3.08	-0 17 17	+17.6	0.131	-0.96	8.0	0.012	2.96
ι Peg	22 07 18.9	+2.80	+25 22 37	+17.7	2.200	2.46	-4.0	0.074	3.76
ϑ Peg	22 10 31.7	+3.03	+6 13 48	+17.8	1.852	2.71	-6.0	0.042	3.53
ζ Cep	22 11 04.9	+2.09	+58 14 00	+17.8	0.190	0.44	-18.0	0.019	3.35
γ Aqr	22 21 59.5	+3.10	-1 21 16	+18.2	0.877	0.70	-15.0	0.040	3.84
δ Cep	22 29 24.8	+2.24	+58 26 55	+18.5	0.191	0.14	-15.0	0.011	3.75
α Lac	22 31 33.6	+2.48	+50 18 58	+18.6	1.435	1.87	-4.0	0.036	3.77
ζ Peg	22 41 47.2	+2.99	+10 51 56	+18.9	0.546	-1.25	7.0	0.023	3.40
η Peg	22 43 18.5	+2.82	+30 15 19	+18.9	0.113	-2.54	4.0	0.017	2.94
λ Peg	22 46 50.7	+2.90	+23 36 00	+19.0	0.422	-0.99	-4.0	0.037	3.95
ι Cep	22 49 54.8	+2.15	+66 14 05	+19.0	-1.077	-12.50	-12.0	0.036	3.52
μ Peg	22 50 19.1	+2.90	+24 38 10	+19.1	1.076	-4.21	14.0	0.032	3.48
λ Aqr	22 52 57.2	+3.13	-7 32 42	+19.2	0.077	3.70	-9.0	0.012	3.74
δ Aqr	22 54 59.7	+3.18	-15 47 10	+19.2	-0.277	-2.54	18.0	0.039	3.27
α PsA	22 58 00.5	+3.30	-29 35 16	+19.1	2.551	-16.47	7.0	0.144	1.16
σ And	23 02 13.3	+2.77	+42 21 40	+19.4	0.204	-0.63	-14.0	0.015	3.62
β Peg	23 04 05.4	+2.92	+28 07 05	+19.6	1.431	13.74	9.0	0.015	2.42
α Peg	23 05 05.1	+2.99	+15 14 25	+19.4	0.436	-4.25	-4.0	0.030	2.49
88 Peg	23 09 47.5	+3.19	-21 08 13	+19.6	0.396	3.12	21.0	0.010	3.66
γ Psc	23 17 30.2	+3.11	+3 19 04	+19.7	5.090	1.70	-14.0	0.025	3.69
λ And	23 37 53.1	+2.96	+46 29 36	+19.5	1.567	-42.11	7.0	0.043	3.82
γ Cep	23 39 37.1	+2.51	+77 40 08	+20.1	-2.099	15.09	-42.0	0.064	3.21

Epocha: J2006.5 = 2006. július 2.625 = JD 2 453 919.125

Kozmikus elemgyakoriságok

Elem	fotoszféra	meteoritok	Elem	fotoszféra	meteoritok
1 H	12.00	8.25 ± 0.05	45 Rh	1.12 ± 0.12	1.07 ± 0.02
2 He	$[10.93 \pm 0.01]$	1.29	46 Pd	1.69 ± 0.04	1.67 ± 0.02
3 Li	1.05 ± 0.10	3.25 ± 0.06	47 Ag	0.94 ± 0.24	1.20 ± 0.06
4 Be	1.38 ± 0.09	1.38 ± 0.08	48 Cd	1.77 ± 0.11	1.71 ± 0.03
5 B	2.70 ± 0.20	2.75 ± 0.04	49 In	1.60 ± 0.20	0.80 ± 0.03
6 C	8.39 ± 0.05	7.40 ± 0.06	50 Sn	2.00 ± 0.30	2.08 ± 0.04
7 N	7.78 ± 0.06	6.25 ± 0.07	51 Sb	1.00 ± 0.30	1.03 ± 0.07
8 O	8.66 ± 0.05	8.39 ± 0.02	52 Te	—	2.19 ± 0.04
9 F	4.56 ± 0.30	4.43 ± 0.06	53 I	—	1.51 ± 0.12
10 Ne	$[7.84 \pm 0.06]$	-1.06	54 Xe	$[2.27 \pm 0.02]$	-1.97
11 Na	6.17 ± 0.04	6.27 ± 0.03	55 Cs	—	1.07 ± 0.03
12 Mg	7.53 ± 0.09	7.53 ± 0.03	56 Ba	2.17 ± 0.07	2.16 ± 0.03
13 Al	6.37 ± 0.06	6.43 ± 0.02	57 La	1.13 ± 0.05	1.15 ± 0.06
14 Si	7.51 ± 0.04	7.51 ± 0.02	58 Ce	1.58 ± 0.09	1.58 ± 0.02
15 P	5.36 ± 0.04	5.40 ± 0.04	59 Pr	0.71 ± 0.08	0.75 ± 0.03
16 S	7.14 ± 0.05	7.16 ± 0.04	60 Nd	1.45 ± 0.05	1.43 ± 0.03
17 Cl	5.50 ± 0.30	5.23 ± 0.06	61 Pm	—	—
18 Ar	$[6.18 \pm 0.08]$	-0.45	62 Sm	1.01 ± 0.06	0.92 ± 0.04
19 K	5.08 ± 0.07	5.06 ± 0.05	63 Eu	0.52 ± 0.06	0.49 ± 0.04
20 Ca	6.31 ± 0.04	6.29 ± 0.03	64 Gd	1.12 ± 0.04	1.03 ± 0.02
21 Sc	3.05 ± 0.08	3.04 ± 0.04	65 Tb	0.28 ± 0.30	0.28 ± 0.03
22 Ti	4.90 ± 0.06	4.89 ± 0.03	66 Dy	1.14 ± 0.08	1.10 ± 0.04
23 V	4.00 ± 0.02	3.97 ± 0.03	67 Ho	0.51 ± 0.10	0.46 ± 0.02
24 Cr	5.64 ± 0.10	5.63 ± 0.05	68 Er	0.93 ± 0.06	0.92 ± 0.03
25 Mn	5.39 ± 0.03	5.47 ± 0.03	69 Tm	0.00 ± 0.15	0.08 ± 0.06
26 Fe	7.45 ± 0.05	7.45 ± 0.03	70 Yb	1.08 ± 0.15	0.91 ± 0.03
27 Co	4.92 ± 0.08	4.86 ± 0.03	71 Lu	0.06 ± 0.10	0.06 ± 0.06
28 Ni	6.23 ± 0.04	6.19 ± 0.03	72 Hf	0.88 ± 0.08	0.74 ± 0.04
29 Cu	4.21 ± 0.04	4.23 ± 0.06	73 Ta	—	-0.17 ± 0.03
30 Zn	4.60 ± 0.03	4.61 ± 0.04	74 W	1.11 ± 0.15	0.62 ± 0.03
31 Ga	2.88 ± 0.10	3.07 ± 0.06	75 Re	—	0.23 ± 0.04
32 Ge	3.58 ± 0.05	3.59 ± 0.05	76 Os	1.45 ± 0.10	1.34 ± 0.03
33 As	—	2.29 ± 0.05	77 Ir	1.38 ± 0.05	1.32 ± 0.03
34 Se	—	3.33 ± 0.04	78 Pt	—	1.64 ± 0.03
35 Br	—	2.56 ± 0.09	79 Au	1.01 ± 0.15	0.80 ± 0.06
36 Kr	$[3.28 \pm 0.08]$	-2.27	80 Hg	—	1.13 ± 0.18
37 Rb	2.60 ± 0.15	2.33 ± 0.06	81 Tl	0.90 ± 0.20	0.78 ± 0.04
38 Sr	2.92 ± 0.05	2.88 ± 0.04	82 Pb	2.00 ± 0.06	2.02 ± 0.04
39 Y	2.21 ± 0.02	2.17 ± 0.04	83 Bi	—	0.65 ± 0.03
40 Zr	2.59 ± 0.04	2.57 ± 0.02	...		
41 Nb	1.42 ± 0.06	1.39 ± 0.03			
42 Mo	1.92 ± 0.05	1.96 ± 0.04	90 Th	—	0.06 ± 0.04
43 Tc	—	—	91 Pa	—	—
44 Ru	1.84 ± 0.07	1.77 ± 0.08	92 U	< -0.47	-0.52 ± 0.04

Az adatok $\log \epsilon$ értékét adják meg az egyes elemekre, ahol ϵ a 10^{12} db ^1H atommagra (protonra) jutó, adott típusú atommagok száma. A táblázatból hiányzó radioaktív elemek (pl.: ^{43}Tc , ^{61}Pm) a természetben gyakorlatilag kimutathatatlanul kis mennyiségben fordulnak elő.

A meteorit adatok *C1* kondritok laboratóriumi elemzésén alapulnak. Ezek a legösszibbnek tartott, feltehetőleg a szoláris köd összetételét tükröző meteoritok. Mivel a meteoritokból az illó anyagok összetevői (H, C, N, O, nemesgázok) részben elszöktek, az elemek gyakoriságát itt a szilíciumhoz viszonyítva határozzák meg, és a szilícium ϵ értékét igazítják a Nap fotoszférájában mért értékhez.

A hélium vonalai a 10 000 K-es, híg kromoszférában létrejönnek ugyan (éppen ennek alapján fedezték fel ezt az elemet), de a termikus egyensúlytól annyira távoli viszonyok között, hogy a hélium mennyiségének meghatározására gyakorlatilag alkalmatlanok. A hélium gyakoriságát az utóbbi évtizedben helioszeizmikus módszerekkel sikerült nagy pontossággal meghatározni. Ennek alapján a hidrogén, hélium és a fémek tömegaránya (X = hidrogén, Y = hélium, Z = az összes nehezebb elem)

$$X = 0.740 \quad Y = 0.248 \quad Z = 0.012 \quad (\text{a mai fotoszféra összetétele})$$

Ezek a számok a Nap fotoszférájának mai összetételét adják meg, ami eltér a Nap kezdeti általános összetételétől. Az a számítások szerint a következő volt

$$X = 0.716 \quad Y = 0.270 \quad Z = 0.014 \quad (\text{a Nap kezdeti összetétele})$$

A különbség oka az, hogy csillagunk jól kevert külső burkából a hidrogénnél nehezebb elemek a nyugodt sugárzási zónán keresztül nagyon lassan leülepsznek a magba.

A nemesgázok zárt elektronhéjainak gerjesztéséhez nagy energiára van szükség, ezen atomok vonalai a Nap 6000 K-es fotoszférájában nem gerjesztődnek. Gyakoriságuk ezért közvetlenül spektroszkopikusan nem határozható meg, csak közvetett úton, amire az adataik köré írt szögletes zárójel utal. A neon és a nála nehezebb nemesgázok mennyiségét a napszél összetételének mérése útján, az oxigénhez viszonyítva határozzák meg.

Megjegyzendő, hogy a *Chandra-űrtávcső* legújabb röntgenmérései alapján a neon gyakorisága az erősen aktív Nap típusú csillagok koronájában $\epsilon \simeq 8.3$, jóval magasabb a táblázatban közölt értéknél. Mivel a Nap fényes koronahurkaiban röntgenspektroszkópiával meghatározott neongyakoriságok is ehhez hasonlóak, könnyen lehet, hogy ez a magasabb érték tükrözi a valóságot. Ez a kérdés azért fontos, mert magasabb neongyakoriság esetén a napmodell is módosulna, és ismét összhangba kerülne a helioszeizmikus mérésekkel.

További információk a *Kevesebb a fém a Napban* című hírben található.

A táblázat forrása:

ASPLUND–GREVESSE–SAUVAL: The solar chemical composition. *astro-ph/0410214*

Mágneses adatok a Naprendszerben — A

Égitest	a AU	\varnothing km	T d	ϵ °	ϱ g/cm ³	Φ $\Phi_{\text{Föld}}$
Nap	—	1 390 000	25.38	—	1.41	—
Merkúr	0.39	4 878	58.65	0	5.43	6.68
Vénusz	0.72	12 104	243.01	178	5.24	1.91
Föld	1.00	12 756	1.00	23.45	5.52	1.00
Mars	1.52	6 787	1.02	23.98	3.93	0.43
Jupiter	5.20	142 796	0.41	3.08	1.326	0.04
Szaturnusz	9.54	120 000	0.44	26.73	0.686	0.011
Uránusz	19.18	51 118	0.72	97.98	1.267	0.0027
Neptunusz	30.06	49 528	0.74	28.8	1.66	0.0011
Plútó	39.72	2 302	6.39	92.84	2.03	0.00064
Europa	5.20	3 138			2.97	0.04
Ganymedes	5.20	5 276			1.93	0.04
Callisto	5.20	4 820			1.83	0.04

A táblázat a Naprendszer égitestjeinek néhány alapadatát és mágneses jellemzőiket tartalmazza (ILLÉS ERZSÉBET: *Holdak a Naprendszerben* című cikkéhez).

a = a Naptól mért átlagos távolság csillagászati egységben;

\varnothing = átmérő km-ben;

T = sziderikus tengelyforgási idő csillagnapban;

ϵ = az égitest forgástengelyének helyzete (az egyenlítőnek a pályasíkkal bezárt szöge);

ϱ = átlagsűrűség;

Φ = a Nap elektromágneses sugárzásának fluxusa az égitest távolságában, egység a földi érték ($\Phi_{\text{Föld}}$).

Mágneses adatok a Naprendszerben — B

Égitest	forrás	γ °	ΔR R_\oplus	J $\text{G}\cdot\text{cm}^3$	B_{max} G	$B_{\text{átlag}}$ G	B_{min} G
Nap				$9 \cdot 10^{43}$	1		
Merkúr	vas	11 É	0	$5 \cdot 10^{22}$	0.0066	0.0035	0.0033
Vénusz		—		$< 10^{21}$		0.000003	
Föld	vas	11.7 D	0.076	$8 \cdot 10^{25}$	0.68	0.31	0.24
Mars	?	< 15 É	? 0	$2 \cdot 10^{22}$?		0.00064	
Jupiter	H	9.6 É	0.119	$1.6 \cdot 10^{30}$	14.3	4.28	3.2
Szaturnusz	H	0.0 É	0.038	$4.7 \cdot 10^{28}$	0.84	0.21	0.18
Uránusz	víz	58.6 É	0.352	$4 \cdot 10^{27}$	0.96	0.25	0.08
Neptunusz	víz	47 É	0.485	$2 \cdot 10^{27}$	0.7	0.13	0.1
Plútó							
Europa					< 0.00120		
Ganymedes	vas	4 D			0.00719		
Callisto					< 0.00015		

forrás = a mágneses tér forrása:

vas = olvadt vasmag,

H = fémes hidrogén köpeny,

víz = ionokat tartalmazó víz köpeny;

γ = a mágneses tengelynek a forgástengellyel bezárt szöge,

az É vagy D betű jelzi, hogy melyik félgömbön van az északi mágneses pólus;

ΔR = a mágneses dipól középpontjának távolsága az égitest tömegközéppontjától, egység az égitest sugara (R_\oplus);

J = a mágneses momentum gauss cm^3 egységben;

B_{max} = a maximális mágneses térerősség;

$B_{\text{átlag}}$ = az átlagos mágneses térerősség;

B_{min} = a minimális mágneses térerősség az égitest felszínén, gaussban.

Mágneses adatok a Naprendszerben — C

Égitest	jel.	n cm^{-3}	r_m R_\oplus	r_k R_\oplus	kísérők a zárt erővonalakon belül
Nap			20300	8500	az összes nagybolygó
Merkúr	gy		1.4	—	—
Vénusz	f		1.05	—	—
Föld	s, r, gy	100	11	60	—
Mars	—		1.5	—	—
Jupiter	s, r	4000	45	26	Io, Europa, Ganymedes, Callisto
Szaturnusz	s, r	20	21	59	Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, Rhea, Titan
Uránusz	s, r	4	27	23	Miranda, Ariel, Umbriel, Titania, Oberon
Neptunusz	s, r	1.4	26	14	Triton
Plútó	—			17	—
Europa	—			—	—
Ganymedes	s		~ 2	—	—
Callisto	—			—	—

jel. = az égitestnél megfigyelt, mágneses térrel kapcsolatos jelenségek:

s = sarki fény,

f = foltos aurora,

r = rádiósugárzás,

gy = részecskegyorsítás;

n = részecskesűrűség az égitest sugárzási övezetében (részecske/ cm^3);

r_m = a magnetoszféra orrtávolsága a tömegközépponttól, egység az égitest sugara (R_\oplus);

r_k = a legtávolabbi bolygó vagy nagy hold távolsága, egység az égitest sugara (R_\oplus).

A csillagászat legújabb eredményei

Földi gammavillanások

A *Compton* gammaobszervatórium *BATSE* műszere 1994-ben a földi felső-légkörből eredő, milliszekundumos időtartamú gammafelvillanásokat észlelt. E rejtélyes villanásokról részletesebb információkkal azonban csak a 2002-ben felbocsátott *RHESSI* űrobszervatórium szolgált. A *RHESSI* 2005-ben publikált eredményei szerint a földi eredetű gammafotonok energiája eléri a 10–20 MeV-et is, ami egy nagyságrenddel meghaladja a *BATSE* által mért legnagyobb értékeket.

A gammafelvillanások nem ritka jelenségek: a *RHESSI* statisztikája alapján bolygónk naponta legalább ötvenszer „vakuzik”. A villanások gyakran villámcsapásokkal esnek egybe. Eredetük nyilvánvalóan zivatarokhoz és villámokhoz kötődik, de a pontos mechanizmus még tisztázatlan. A legvalószínűbbnek az látszik, hogy a villámcsapások idején a zivatarfelhők tetején komoly tértöltések alakulnak ki. A felhőtető és az ionoszféra között hatalmas elektromos feszültség alakul ki, ami közel fénysebességig gyorsíthatja az elektronokat. A gammasugárzás akkor keletkezik, amikor e gigantikus, természetes részecskegyorsítóban relativisztikus sebességre gyorsult elektronok semleges atomokba ütközve lefékeződnek.

Régóta ismert, hogy a zivatarfelhők fölött különös, halvány fényjelenségek is láthatók. Kedvező körülmények között a földfelszínről, szabad szemmel is megfigyelhetők (9a–9b. kép a színes mellékletben). Létüket a korábbi, szórványos megfigyelések után az űrrepülőgépről készített felvételek bizonyították be véglegesen. Ekkor kapták ma általánosan használt nevüket is: *vörös lidércek* (sprites) és *kék nyalábok* (jets).

A lidércek milliszekundumos időtartamú, de halvány és kiterjedt felvillanások a látható (főként a vörös) hullámhossztartományban. Villámokkal (de korántsem minden villámmal) egyidejűleg láthatók, 40–90 km magasságban, messze a zivatarfelhők felett. Alakjuk rendszerint függőlegesen megnyúlt ovális. Gyakran csoportosan jelentkeznek. A kék nyalábok zivatarfelhőkből kiinduló, mintegy 100 km/s sebességgel, 40–50 km magasságig fölfelé terjedő,

kollimált, kékes fénynyalábok. Érdekes kérdés e jelenségek és a gammavillanások esetleges kapcsolata.

Petrovay Kristóf

Science, 2005 február

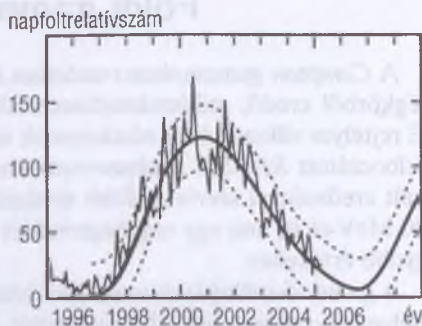
<http://elf.gi.alaska.edu/sprites.html>.

A napciklus búcsúja

Mire ez a cikk megjelenik, a naptevékenység már közel jár a minimumhoz. Amint az 1.1. ábra mutatja, a 23. napciklus 2005-ben már erősen a leszálló ágban tartott, sőt 2004-ben már három napon is 0 volt a napfolt-relatívszám, azaz egyetlen apró pórúst sem lehetett látni a Napon. Ugyanakkor ez az aktivitáscsökkenés nem jelenti azt, hogy a Föld kozmikus környezete is nyugodt marad, és az úridőjárásban nincsenek viharok.

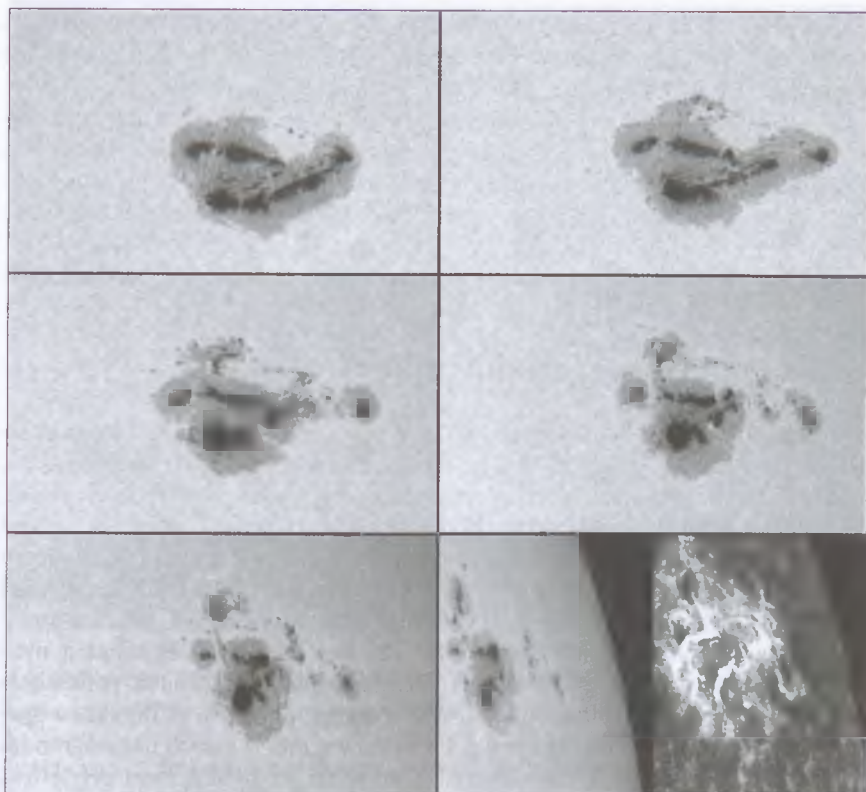
Két oka is van annak, hogy a napciklus leszálló ága idején a földi hatásokban nagyobb zavarok jelentkeznek. Az egyik, hogy a naptevékenységi maximum idején valóban sok a napfoltcsoport, de ezek között viszonylag kevés a bonyolult szerkezetű, ami nagy flereket idéz elő. A napciklus előrehaladtával azonban a konvekciós zónában egyre több napfoltcsoport-maradvány, „törmelék” mágneses tér gyűlik össze. A napfoltcsoportok száma ugyan csökken, de e maradék mágneses terek miatt egyre többnek lesz közülük komplex mágneses szerkezete. A másik ok az, hogy ezek a bonyolult napfoltcsoportok a közismert pillangó-diagram szerint a Nap egyenlítőjéhez közelebb, kisebb heliografikus szélességeken jelennek meg, emiatt a bennük kialakuló flerek részecskesugárzása nagyobb valószínűséggel találja el a Földet.

A napciklus valószínűleg utolsó nagy napfoltcsoportja, a NOAA 10720 2005. január 10-én bukkant fel a napkorong keleti oldalán. Nagyon gyorsan fejlődött ki, 13-a délutánjára már szabad szemmel is látható nagyságúra nőtt. Formája is szokatlan volt, az általános elnyúlt dipól helyett egymás melletti umbrák szoros csomója alkotta, ráadásul a mágneses dipól tengelye nem a szabályos



1.1. ábra. A havi közepes napfoltrelatívszám menete a 23. napciklusban.

A vastag görbe a kétéves mozgó átlag, ennek alapján állapítják meg a maximum és a minimum időpontját. A következő minimum 2006-ra várható (NASA MSFC)



1.2. ábra. A 2005. januári aktív napfoltcsoport (NOAA 10720) fejlődése a TRACE műhold fehér fényben készült felvételein. Az utolsó képen a január 20-i nagy fler ibolyántúli képe látható

kelet-nyugat irányú, hanem észak-déli volt. Az ellentétes polaritású, elég nagy umbrák közel voltak egymáshoz, ami kedvez a nagy flerek kialakulásának.

Január 15-én egy új bipoláris foltcsoport kezdett fejlődni, közvetlenül a nagy dipól északi peremén. Az aktív vidék képsorozatán (1.2. ábra) látható, hogy az új dipól nem engedi eltávolodni egymástól a régi, nagy dipól umbráit, sőt összenyomja őket, tovább növelve a mágneses tér gradiensét. Január 15–20. között négy nagy, X osztályú fler jelent meg a 10720 aktív vidékben. Mindegyikből érkezett nagy energiájú protonszugárzás a Föld környezetébe, ami mágneses viharokat és sarki fényt okozott. A legnagyobb fler január 20-án zajlott le, ennek a TRACE műhold által készített ibolyántúli képe mutatja a nagy flerekre jellemző tipikus mágneseshurok-rendszert. Érdekes, hogy a flerből közvetlenül jövő, közel fénysebességű protonnyaláb nem zavarta meg

jelentősen a Föld mágneses terét, csak a flerrel kapcsolatos koronakitörés lassabban terjedő plazmabuborékja, amely másfél nap után érkezett meg, ez ugyanis a Földével ellentétes irányú mágneses teret hozott magával.

Az 1.1. diagram alapján 2006 közepére vagy végére várható a naptevékenységi minimum, addig már valószínűleg nem lesznek nagyobb flerek. Ilyenkor a földmágneses zavarokat a koronalyukak okozzák. Erre abból lehet következtetni, hogy a zavarok kb. 27 napos periódussal jelentkeznek, ami megegyezik a Nap tengelyforgási idejével.

Kálmán Béla

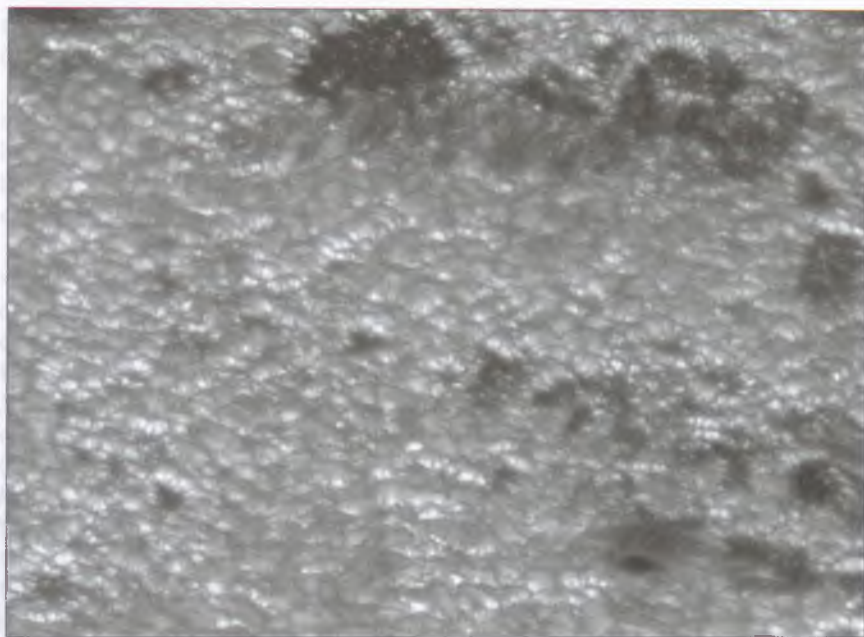
A napfelszín finomszerkezete

A kutatók a Nap tanulmányozásában is törekszenek az egyre kisebb részek vizsgálatára. Ennek sokáig határt szabott a földi légkör turbulenciája, amelynek a deciméteres mérettartományba eső örvényei a nagyobb távcsövek felbontását is kb. 1"-re korlátozták. A klasszikus, passzív képminőség-javítási módszerek (nyitott rácsszerkezetű távcső; vákuumtávcső; a talaj feletti, illetve a tengerszint feletti magasság növelése; környező vízfelület) csak korlátozott eredményt hoztak.

A Nap felületén 1" látószögnek kb. 725 km felel meg, és mind a nyugodt napfelszínen megfigyelhető granulációban, mind a napfoltok penumbrájában feltételezhetők voltak ennél kisebb szerkezeti elemek. A flerekben gyánított áramrétegek vastagsága pedig 1 km, vagy ennél is kisebb nagyságrendű. Van tehát ok a felbontás növelésére. A mesterséges holdak nem segítettek, mert az űrbe kijuttatott napmegfigyelő műszerek többsége olyan hullámhossztartományokban végzi a megfigyeléseket, amelyek a légkör aljáról egyáltalán nem tanulmányozhatók (infravörös, ibolyántúli, röntgen, gamma). Közülük a TRACE felbontása a legjobb, de az is csak 1".

A számítástechnika, a finommechanika és az optika fejlődése azonban napjainkban már lehetővé teszi az aktív képjavítást is. Ennek két alapvető irányzata van, az *adaptív optika* valós időben érzékeli a kép (hullámfront) torzulását, és egy aktív tükörrendszerrel ezt kiegyenlíti¹. (Egyszerűbb válfajai, amelyek a csillagok képeinek remegését egyenlítik ki, már amatőr csillagászati boltokban is kaphatók.) A másik lehetőség az „esemény utáni” korrekció. Ehhez gyors egymásutánban sok képet vesznek fel, és ezeket utólag statisztikai módszerrel dolgozzák fel. Így kiszűrhetők a légkör véletlenszerű zavarai, és visszanyerhető a valódi képi információ.

1. Csillagászati évkönyv 1997, 127. o.; Csillagászati évkönyv 2004, 153. o.



1.3. ábra. Granuláció a napkorong szélén, egy kisebb napfoltcsoportban (Svéd Naptorony, 2002. július 24.)

Jelenleg a legjobb napképeket a Svéd Tudományos Akadémia *vákuum-naptávcsővével* (*Swedish Vacuum Solar Telescope, SVST*) készítik, amely a Kanári-szigeteken, La Palmán, a 2400 m magas Roque de los Muchachos kialudt vulkán tetején található. A svéd naptávcső objektívlencséjének átmérője 1 m, tehát a Kitt Peak obszervatórium nagy naptávcsőve után ez a második a világon. A lencse mögött a fény vákuumban halad tovább, tehát a távcsőben a képminőség már nem romlik.

A légköri zavarokat egy 20 elemű aktív segédtükrökkel javítják, ezen kívül még alkalmazzák az utólagos képkorrekciót is. Így sikerül elérni az 1 m-es átmérőnek megfelelő $0''.1$ -es elméleti felbontóképességét, ami a Nap felszínén kevesebb, mint 100 km-es részletet jelent. A képeken tanulmányozható a napkorong közepén lévő napfolt penumbrájának finomszerkezete², vagy a napkorong széle felé, ferde rálátással a granuláció térbeli szerkezete (1.3. ábra). A képen látható, hogy a granulák kiemelkedő, fényes domborulatok. A fáklyák – amelyeknek szemcsés szerkezete már régen ismert – valójában a granulák

2. Csillagászati évkönyv 2004, hátsó borító.

fényes oldalfalai, és ezért nem láthatók a napkorong közepén. Elméletben ezt már régen feltételezték, és most a nagy felbontású képeken láthatóvá is vált.

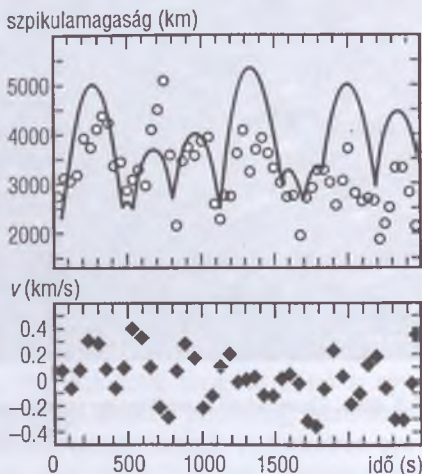
Kálmán Béla

www.solarphysics.kva.se/.

A szpikulák eredete

1875-ben figyelt fel rá A. SECCHI, hogy a Nap kromoszférájának peremén kicsiny, hegyes kitüremkedések, lángszerű alakzatok észlelhetők. A későbbi megfigyelők *szpikuláknak* nevezték el e képződményeket. (A szó az angol spike, azaz tűske szó latinós kicsinyítő képzővel ellátott alakja.) A napkorongon a szpikulák $H\alpha$ szűrőn keresztül sötét, szálszerű mintázatként figyelhetők meg, ami a nyugodt Napon és az aktív vidékeken egyaránt látható (7. kép a színes mellékletben). A vizsgálatok kimutatták, hogy a szpikulák elsősorban a szuperggranulák közötti *mágneses hálózat* elemei, kicsiny mágneses fluxuscsövek fölött találhatók. Élettartamuk 5–10 perc, magasságuk mintegy 5000 km. Bennük 20–25 km/s sebességű feláramlás mutatható ki.

A szpikulák eredetére nézve az elmúlt évtizedekben számos eltérő elképzelés született, de a megfigyelési tények összességére egyik sem nyújtott meggyőző magyarázatot. A megoldáshoz fontos kulcsot talált ERDÉLYI RÓBERT (Sheffieldi Egyetem és ELTE Csillagászati Tanszék) és B. DE PONTIEU (Lockheed Nap- és Asztrofizikai Laboratórium). Az általuk vezetett kutatócsoport az új 1 m-es Svéd Naptoronyban³ készített $H\alpha$ film elemzésével kimutatta, hogy a kromoszféra egy adott pontjában a szpikulák megjelenése gyakran markáns, 5 perces periodicitást mutat. Ez ar-



1.4. ábra. A szpikulamagasság és az alatta mért fotoszferikus oszcillációs sebességek (v) időbeli változása egy, a függőlegeshez képest 50° -os dőlésű fluxuscsöben. A körök és rombuszok a mért adatok, a folytonos vonal a modellszámítás eredménye

ra utal, hogy a szpikulák keltésében kulcsszerepe lehet a fotoszféra jól ismert ötperces oszcillációinak.

Az eredmény meglepő, mivel az 5 perces periódusú hullámok elméleti várakozás szerint a felső fotoszférán nem juthatnának át. Ezek a hullámok „túl lomhák”, a felső fotoszféra hidrosztatikai egyensúlya ennél rövidebb időskálán helyreáll. Bár a szpikulákban mágneses tér is van, függőleges erővonalcső esetén a mágneses erők jelenlétében is érvényes ez az állítás.

Erdélyi és De Pontieu azonban arra hívták fel a figyelmet, hogy ha a fluxuscső nem függőleges, a gravitációs gyorsulásnak a cső irányával párhuzamos összetevője kisebb lesz, így a hidrosztatikai egyensúly is lassabban áll helyre, és lehetővé válik hosszabb periódusú hullámok terjedése is. Az ötlet alapján a kutatócsoport részletes számításokat végzett, melyek megerősítették, hogy az 5 perces periódusú hullámok már a mágneses fluxuscső aránylag enyhe dőlése esetében erőteljesen megjelenhetnek a fluxuscső kromoszférikus rétegeiben is. (Ráadásul van olyan folyamat, amely a kvantummechanikai alagúteffektnél hasonló jellegű, és ennek révén még a függőleges csövekben is véges amplitúdóval juthatnak át hullámok a felső fotoszférán.) A felfelé tartó hullám amplitúdója a ritkább felső rétegekben megnő, akárcsak a sekély partra kifutó víz hullámoké. A hullám végül lökéshullámok sorozatává alakul, melyek a naplégkör plazmáját felfelé „lökődösik”, létrehozva a szpikulát. A vizsgált fluxuscsövek tövénél mért fotoszférikus oszcillációs sebességeket felhasználva a modellek részletekbe menően visszaadják a szpikulák magasságának megfigyelt változásait (1.4. ábra).

Petrovay Kristóf

Nature, 2004. július 29.

Kevesebb a fém a Napban

A Nap fotoszférájában a fémek⁴ össz tömege 1.65%-a a hidrogén tömegének – ez az érték alig több, mint fele a korábban elfogadott 2.75%-os értéknek. Ez a fő tanulsága a szoláris elemgyakoriságok új „hivatalos” táblázatának, melyet egy 2004-es konferencián mutatott be M. ASPLUND és munkatársai⁵. Az utóbbi évek új eredményein alapuló összeállítás az 1989-ben közzétett, máig általánosan használt táblázatot hivatott felváltani. A régebbi adatoktól való meglepő eltérés elsősorban az utóbbi évtizedben kifejlesztett, *háromdimenzi-*

4. A csillagászok az egyszerűség kedvéért minden, héliumnál nehezebb elemet „fémnek” neveznek.

5. *Kozmikus elemgyakoriságok* című táblázat a táblázatos részben.

ós (3D) napléggörmodellek eredménye. Ezek a modellek a valóságot jobban közelítve a granulációs áramlásokat is figyelembe veszik.

A csillagok színképvonalainak erősségére a vegyi összetétel mellett erős hatással vannak a csillaglégkörben uralkodó fizikai viszonyok, elsősorban a hőmérséklet, ezért a színképből az összetétel csak közvetve határozható meg. A megfigyelt színképet össze kell hasonlítani a hőmérséklet és más változók csillaglégkörbeli eloszlását leíró légkörmodellek színképével. A korábbi, egydimenziós modellek azt feltételezték, hogy a változók a csillag légkörében csupán a magasság függvényei. A fotoszférában látható granulációs mintázat ugyanakkor szembeszökően mutatja, hogy ez a feltevés a Naphoz hasonló csillagokban nem lehet helytálló. Valójában a légkör egy adott szintjén egyszerre találunk meleg részeket (granulák) és hűvösebbeket (granulaközi tartományok). Az erősen hőmérséklet-érzékeny vonalak esetében e hőmérséklet-eloszlásnak egy átlagértékkel való helyettesítése komoly hibákhoz vezet.

A molekulasávok erőssége különösen érzékeny a hőmérsékletre. A hőmérséklet csökkenésével szinte ugrásszerűen növekszik a molekulák száma, így a hűvösebb granulaközi tartományok anyagában jóval több a molekula, mint azt ugyanolyan vegyi összetétel mellett az egydimenziós modellek alapján várnánk. Az egydimenziós napléggörmodellek tehát jóval több fém feltételezése esetén adnak ugyanolyan erősségű molekulasávokat, mint a háromdimenziós modellek.

A Nap fotoszférájának magas hőmérsékletén csak a legerősebben kötött molekulák (CH, CO, C₂, NH, OH) sávjai vannak jelen, így a változások elsősorban a szén, a nitrogén és az oxigén – vagyis éppen a leggyakoribb fémek – gyakoriságát érintik. Az oxigén megváltozott gyakorisága viszont a neon és a nehezebb nemesgázok gyakoriságában is változást von maga után⁶.

Az új összetétellel számított napmodellek kissé eltérnek a régebbiektől. Zavarba ejtő, hogy a változás nem javította, hanem rontotta a mért és a számított oszcillációs frekvenciák egyezését. A helioszeizmológiai módszerekkel mért és a modellben számított hangsebesség már csak 1% pontossággal egyezik a napbelsőben – ez még mindig igen jó egyezés, de a korábbi 0.2%-nál határozottan gyengébb. A konvektív zóna alja az új modellekben $0.726 R_{\odot}$ -nál húzódik, holott a szeizmikus adatokból tudjuk, hogy $0.713 R_{\odot}$ a helyes érték.

Az új elemgyakoriságok ugyanakkor megoldottak, vagy legalábbis nagymértékben enyhítettek egy másik problémát. A Nap környezetében levő csillagközi anyag és a fiatal csillagok fémtartalma alacsonyabb, mint az ötmilliárd éves Napra korábban elfogadott érték. Erre az ellentmondásra különféle magyarázatokat javasoltak (extragalaktikus anyag behullása a Tejút korongjába, a Nap távolságának változása a Tejútrendszer középpontjától stb.). Az új ada-

6. Lásd a *Kozmikus elemgyakoriságok* című táblázat útmutatóját a táblázatos részben.

tok szerint viszont a Nap fémtartalma lényegében megegyezik az intersztelláris anyagával. Egy ilyen öreg csillag esetében ez még mindig viszonylagos fémgazdagságot jelent, ez azonban talán megmagyarázható úgy, hogy a Nap alapanyagául szolgáló köd szennyeződött a Naprendszer kialakulását közvetlenül megelőző (esetleg azt kiváltó) szupernóva kidobott anyagával.

Felmerülhet, hogy más csillagok összetétel-adatai nem szorulnak-e felülvizsgálatra. Ebből a szempontból szerencsés körülmény, hogy a vas gyakorisága nem változott meg. Más csillagokban az elemek vashoz viszonyított gyakoriságát szokták meghatározni, s ezen keresztül hasonlítják a Naphoz, így ezek az adatok változatlanok maradtak. A csillaglégkörök modellezésére használt módszer pedig a megfigyelési viszonyok különbözősége miatt eltér a naplégkörre használttól – egyszerűbb, mégis kevésbé érzékeny. Így a háromdimenziós légkörmodellek a csillagok esetében nem okoznak olyan jelentős változásokat, mint a Napnál. Későbbi megtelepedések azonban nincsenek kizárva...

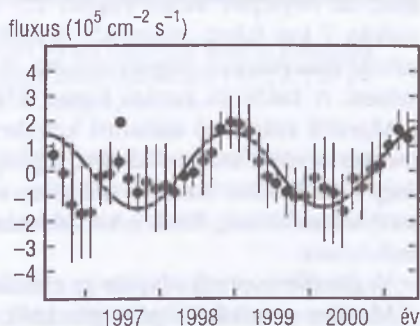
Petrovay Kristóf

astro-ph/0410214.

Periodicitás a Nap neutrínófluxusában?

A naptevékenység közepes hosszúságú (11 évnél rövidebb, de a Nap közel egy hónapos tengelyforgási idejét meghaladó) periódusainak kutatása hosszú és ellentmondásos múltra tekinthet vissza. E történet legújabb fordulataként csillagunk nagyenergiájú neutrínósugárzásában talált 2.5 év körüli periódust egy japán kutató.

S. TATSUYA (*Kanagawa Egyetem, Yokohama*) a *Super-Kamiokande* neutrínódetektor adatait elemezve a mért fluxusadatokról levonta a Föld kissé excentrikus pályája miatti, mintegy 7% amplitúdójú, éves ingadozást. Az így korrigált fluxusértékekben azonban maradt további 13%-os ingadozás, amely – legalábbis az 1997–2001 években – szemmel láthatóan periodikus jellegű volt (1.5. ábra). Ez a szembeötlő periodicitás annál is meglepőbb, mivel egyelőre még a 11 éves



1.5. ábra. A *Super-Kamiokande* detektorban mért nagyenergiájú napneutrínófluxus változása az excentrikus földpálya hatásának levonása után

napciklus hatását sem sikerült minden kétséget kizáróan kimutatni a Nap neutrínósugárzásában⁷.

Egy két és fél éves periódus első felharmonikusa 1.25 év körül lenne, ez az érték pedig közel áll ahhoz a mostanában sokat emlegetett 1.3 éves (sőt egyes pontosabb mérések szerint 1.27 éves) periódushoz, amellyel több, a naptevékenységhez kapcsolódó jelenség változik. Ilyen periódus mutatkozott, — legalábbis bizonyos időszakokban — a napszél sebességében. Néhány évvel ezelőtt pedig a Nap tachoklínájában mért forgási sebesség ingadozásában⁸ mutatták ki ezt a periódust. Eredete jelenleg teljesen ismeretlen.

Petrovay Kristóf

Solar Physics, 2004. augusztus

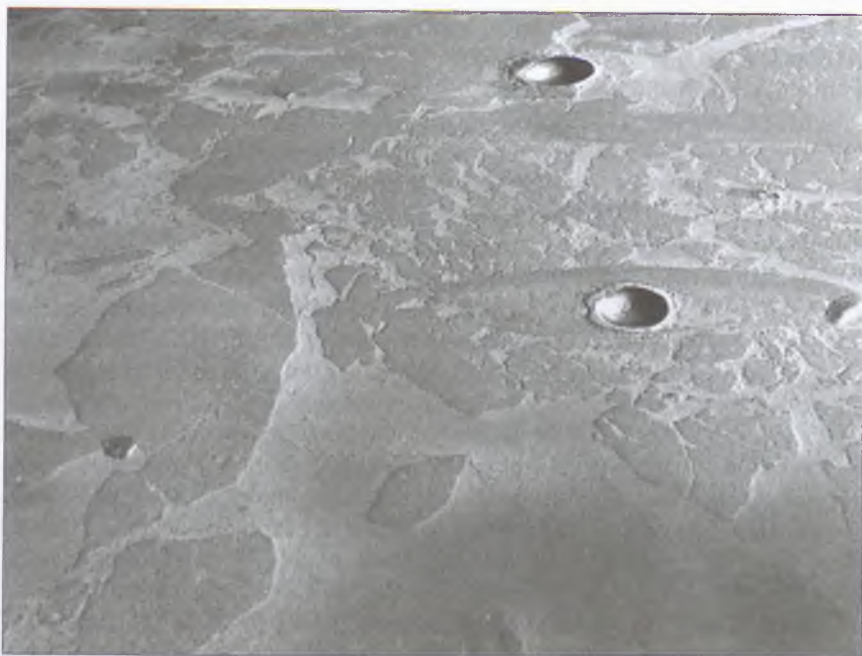
Marsszondák eredményei

2004-ben az európai *Mars Express* adta a legtöbb új eredményt a vörös bolygóról. A nagy látómezejű és nagy felbontású *HRSC kamera* felvételein végzett kráterszámlálás alapján sok terület geológiai korát lehetett pontosítani. Eszerint a déli felföldeken lévő vulkánok 3.9–3.6 milliárd évvel ezelőtt lehettek aktívak. Az *Elysium* és a *Tharsis* hátságon sokkal tovább tartott a vulkanizmus, az Olympus Mons kúpján 2.5 millió éve is zajlott kitörés. Emellett a vulkán 7 km feletti részei kb. 4 millió évvel ezelőtt eljegesedtek. A jeget a ráfolyt láva részben megolvasztotta, és a kiáramló víz nyoma megmaradt a felszínen. A kalderák korára kapott 150 millió év körüli érték egybeesik több, a Marsról származó meteorit keletkezési korával. Az északi pólussapkra jégmentes részein számos kisebb, legfeljebb 600 m magas kúpot találtak. Ezek vagy a földiekhez hasonló szilikátos vulkánok vagy sajátos „jég-lávát” produkáló *kriovulkánok*. Ezek a képződmények rendkívül fiatalok, talán még ma is működnek.

A gleccsernyomok alapján az elmúlt 10 millió évben sok vízgőz szabadult fel a Marson a vulkáni kigőzölgésekből, vagy a pályaelem-változások miatt előállt nagy éghajlati kilengésektől. Az egyenlítői térségben, az Elysium-hátságtól délre maximum 20–30 km átmérőjű, elmozdult jégtáblákra emlékeztető képződmények láthatók (1.6. ábra). A lemezek a kráterek kiemelkedő falainál feltorlódtak és apró darabokra törtek. Nem valószínű, hogy ezek a táblák egykori lávafolyások felső, gyorsan megszilárduló kérgéből keletkeztek volna. Inkább kb. 5 millió éve összetört jégtáblák, azaz egy fagyott tenger nyomai. A feltételezett, 900×800 km-es kiterjedésű tenger vize átlagosan 50 m mély lehetett.

7. *Csillagászati évkönyv 1996*, 125. oldal

8. *Csillagászati évkönyv 2002*, 157. oldal



1.6. ábra. A befagyott tengernek tartott terület 40 km átmérőjű része az elmozdult jégtáblákkal vagy azok nyomával az Elysium síkság déli részén ($+5^\circ$, $K 150^\circ$)
ESA/DLR/FU Berlin (G. NEUKUM) nyomán

Nem kizárt, hogy ebben a térségben ma is jég van a néhány méteres portakaró alatt. A tenger vizének eredete kérdéses, sokak szerint a felszín alól tört fel, akár csak az áradásos csatornák esetében — bár magát a fagyott tenger elgondolást sem fogadja el mindenki.

Az OMEGA spektrométer mérései alapján vizes közegben, mállással képződött, hidratált szilikátok szinte kizárólag idős területeken mutatkoznak. Az azonosított sóüledékek párolgó és betöményedő vizű tavakban válhattak ki. Anyagukban elterjedtek a kieserit ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ásványcsoport sói, amelyek néhol 4 km vastag réteget alkotnak. A kieserit felett több helyen gipsz ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) réteg következik. Sok gipsz van az északi pólussapkát övező dűnék anyagában is. Az OMEGA eredményei alapján az elmúlt 3 milliárd évben vizes közegben nem keletkezett kimutatható mennyiségű ásvány.

Sok eljegesedésre utaló jel mutatkozik a Tharsis és a Hellas térségben is. A bolygón található áradásos csatornáknak a nagy felbontású képeken nem látszanak a vízáramlás nyomai, sokkal inkább a jég eróziós hatása látszik. A ma látható felszínt tehát a víz megfagyása után mozgó jég alakította ki.

A légkörben átlagosan 11 ppm⁹ arányban jelenlévő metán mellett formaldehidet (HCHO) is kimutattak, utóbbit 0.13 ppm koncentrációban. Elképzelhető, hogy a formaldehid a metán oxidációjával képződik. Mindkét vegyület előfordulása erősen különbözik a bolygó felszínének különböző részein. Ahol több a vízgőz, ott ezek a vegyületek is nagyobb mennyiségben találhatóak, ami arra utal, hogy jelentős felszín alatti forrásokból származnak. A megfigyelt metán és a belőle képződő formaldehid átlagos mennyiségének fenntartásához évente kb. 2.5 millió t metán kibocsátása szükséges. Ez a metán valószínűleg kémiai úton keletkezik, de a biológiai eredetet sem lehet teljesen kizárni.

A Mars téli félgömbjén a légköri szén-dioxid jelentős része (a teljes atmoszférának kb. 30%-a) kifagy a pólussapka felszínére. A *2001 Mars Odyssey GRS gammasugár spektrométerének* adataiból kiderült, hogy eközben a légkörben megnő azoknak az ritka összetevőknek az aránya, amelyek nem tudnak kifagyni (N₂, CO, Ar, O₂). Ezeknek a gázoknak az átlagos összkoncentrációja legfeljebb 5%, de a téli pólussapka felett ez akár 30%-ra is növekedhet. Ezeknek a légkörben maradó ritka gázoknak az átlagos molekulasúlya 32.3 g/mol, a tiszta szén-dioxidé viszont 44 g/mol. Ha tehát a felszín közelében a kifagyás miatt csökken a szén-dioxid-tartalom, egyben az átlagos gázsűrűség is csökken. Nagyobb magasságokban, ahol nem fagy ki szén-dioxid, nagyobb marad a légkör sűrűsége, és így instabil inverziós rétegződés jön létre. A vörös bolygó légkörének összetételében tehát időszakosan bolygórajzi szélesség szerinti eltérések is léteznek. Az összetételi különbség az előbb leírt módon az átlagos molekulatömegben is különbséget jelent, és ezáltal sűrűségkülönbséget hoz létre. Ezek a légköri sűrűségkülönbségek ugyanúgy befolyásolják a marsi légáramlatokat, ahogyan a földi óceánok egyes részeinek eltérő sótartalma hat a tengeráramlásokra. A sűrűségkülönbség által keltett légköri áramlások megpróbálják elszállítani a téli pólus térségéből a felszínre ki nem csapódott gázokat. A mérések alapján a téli poláris vidék felett a légköri argon koncentrációja késő ősszel – a szén-dioxid kifagyásával párhuzamosan – az átlagosnak 4–8-szorosára emelkedik. A tél folyamán az argon sűrűsége egyre csökken, majd a tavasz közepén ismét emelkedni kezd.

A felsőlégkörről készült megfigyelések igazolták azt a korábbi elgondolást, amely szerint a Mars sok gázt veszít a világűr felé. Sikerült kimutatni, hogy a napszél a Nap felőli oldalon erősen összenyomja a magnetoszférát, és a bolygó mellett elhaladva ionokat ragad magával a felsőlégkörből.

A két amerikai marsjáró is szolgáltatott fontos új eredményeket. Az *Opportunity* már a küldetése elején talált egykori vízre utaló nyomokat, a *Spirit* ilyenekkel azután találkozott, hogy megkezdte hegymászását a *Columbia-hegyek* oldalán. A *Spirit* goethitet és hematitot talált, valamint kerekeivel „véletlenül”

9. ppm (part pro million) = milliomodrász.

kiásott egy világos színű ásványi sókból álló tömböt, amelyek a víz egykori jelenlétét bizonyítják. Úgy tűnik, hogy maga a Columbia-hegy és a közelében mutatkozó kisebb kiemelkedések a *Gusev-kráter* központi csúcsai, ahova valószínűleg már nem ért fel az ősi *Gusev-tó* vízszintje. Itt inkább a légkörből ki-csapódott víz, a megolvadt felszíni hó, vagy a felszín alatt áramlott vizek okozták a geokémiai átalakulást. A Spiritnek a Columbia-hegyekről kitűnő rálátása nyílt az előtte elterülő síkságra, ahol a helyi tavasz idején több *porördögöt* is megfigyelt. A porördögök (magyarul *garaboncok*) aktivitására közvetett úton figyeltek fel: 2005. március 9-én a Spirit napelemtáblája által nyújtott teljesítmény hirtelen megduplázódott: valami lefújta a ráakódott port. Későbbi képeken mozgás közben is látszottak porördögök, amint a világos port felkapva örvénylettek.

Kereszturi Ákos

Az Első Mars Express Tudományos Konferencia alapján

A Cassini a Szaturnusznál

A *Cassini-űrszonda* megfigyelési alapján az elmúlt évben számos új felfedezés született a Szaturnusszal és a körülötte keringő égitestekkel kapcsolatban. A bolygó magnetoszférája dinamikailag a Jupiterére emlékeztet, kémiai összetételét tekintve viszont egy üstökös vízmolekulákban gazdag kómájához hasonló. A Titan és a Szaturnusz felsőlégköréből, valamint a holdakat és a gyűrűrendszert alkotó szemcsék felületéről származó anyagok a magnetoszférában kémiai kölcsönhatásba lépnek, kémiaiilag eltérő zónákat alkotva. A *CAPS plazmaspektrométer* mérései alapján négy olyan, részecskékben gazdag tartományt határoltak el, amelyek a két földi *Van Allen-öv*re emlékeztetnek. A légkör és a D gyűrű között találtak egy korábban nem ismert sugárzási zónát is. A Föld esetében a bolygótól mintegy 30 000 km távolságig terjed az a zóna, ahol a részecskék a forgó mágneses térrel együtt mozognak. A Szaturnusznál ez a tartomány 1.5–2 millió km sugarú.

Meglepfő eredmény, hogy a Szaturnusz mágneses terének változásából számolt tengelyforgási idő $10^h 45^m 45^s \pm 36^s$, ami kb. 6 perccel hosszabb annál, amit a Voyager–1 és –2 mért 1980-ban illetve 1981-ben. A jelenségre egyelőre nincs magyarázat, de bizonyára nem a Szaturnusz tengelyforgása változott meg.

Kiderült, hogy a magnetoszférából a bolygó légkörébe érkező részecskék által a pólusok körül keltett sarki fény tartósabb, mint amit a Földön megszoktunk, néha napokig szinte változatlan. Általában a hajnali terminátornál a legnagyobb az intenzitása. Amikor a sarki fény erősödik, a pólus körüli gyű-

rű átmérője csökken. A jelek alapján kialakulásában az áramló napszél nyomása fontosabb szerepet játszik, mint a mágneses erővonalak iránya. Az erős röntgensugárzást produkáló napkitörések alkalmával megnőtt a Szaturnuszról érkező röntgensugárzás erőssége is – hasonló jelenséget korábban már a Jupiternél is észleltek. A bolygó megnövekedett röntgensugárzása azonban nem a sarki fény övezetéből származik, hanem valószínűleg a felsőlégkörből visszavert illetve szóródott röntgensugárzást észleljük.

A közeli felvételeken a gyűrűrendszerben számtalan új részletet lehetett felfedezni. Kiderült, hogy az F gyűrűben lévő szálak a korábbi feltételezésekkel ellentétben nem csavarodnak egymás köré. A legsűrűbb, központi szál kb. 50 km széles, ebben több csomó és törés látszott. Mindezekért a közeli *Pro-metheus* hold felel, amely 14.7 naponként jut az F gyűrű közelébe, látványosan perturbálva annak anyagát.

A plazmadetektor sikeresen észlelte a gyűrűrendszer mikroszkopikus, illetve centiméteres részecskéinek ütközése során keltett rádió zajokat. A gyűrűt ritka gázburok övezi, amely a Jupiter Europa holdjának atmoszférájához hasonlít. A gyűrűrendszer külső részén a szemcsék felszínéről sok oxigénatom szabadul ki, ezért az E gyűrű anyaga folyamatosan fogy. A gázsűrűségből arra lehet következtetni, hogy ebben az ütemben kb. 100 millió év alatt teljesen elfogyna.

A gyűrű részecskéinek összetételében is kimutattak különbségeket. A legtöbb vízjég az A gyűrűben található, a legtöbb por pedig a *Cassini*-, az *Encke*- és egyéb *résekb*en. Ennek a pornak az összetétele hasonló a *Phoebe* felszíni anyagáéhoz. Általános szabály, hogy a gyűrűben belülről kifelé haladva növekszik a jégtartalom és nő a szemcseméret is. A gyűrűk árnyékos oldalán a kevésbé átlátszó részek (pl. az A és B gyűrű) hűvösebbek, míg az átlátszóbbak (pl. *Cassini*-rés, C gyűrű belső része) melegebbek, mivel itt több fény jut át az árnyékos oldalig. A felvételeken több új gyűrűalkotót is találtak, közülük az *Atlas* hold pályáján felfedezett gyűrű az *S/2004 1 R* jelölést kapta.

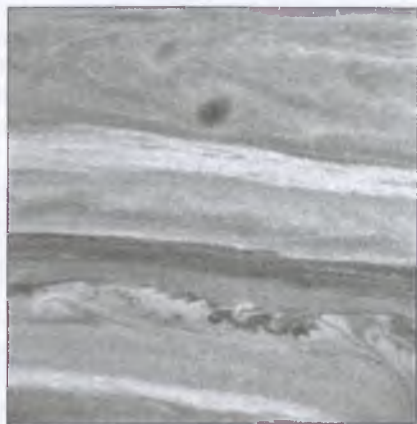
A Szaturnusz légkörét a *Cassini* szonda vizsgálataival egy időben több földi berendezés is tanulmányozta. A *Keck I* teleszkóppal a gyűrűs bolygó déli sarkvidékét figyelték, ahol ekkor nyár volt. A 70°-os szélesség felett a hőmérséklet lényegesen magasabb volt annál, amit a Nap besugárzása alapján vártak. A déli pólus 3°-nyi környezetében volt a legmelegebb. A légkörrel körülvelt bolygók sarkvidékén kialakuló poláris örvények régóta ismertek. Időszakos sarki melegeledést már a Földön is megfigyeltek. A Szaturnuszon megfigyelt jelenség azonban szokatlanul nagy és intenzív volt, és hosszabb ideig maradt fenn. A megfigyelések már 2003-ban utaltak erre a meleg területre, de csak 2004-ben sikerült kellően pontos méréseket készíteni. A jelenséget talán a felsőlégkörben lévő szilárd aeroszol szemcsék okozzák, amelyek elnyelik a napfényt, és

az erős sarki leáramlás miatt jutottak a pólus körüli területre, ahol aztán valamiért a sztratoszférában maradtak.

A Cassini szonda infravörös spektrométerével meghatározott légköri metánkoncentrációból a korábbiaknál pontosabb eredményt sikerült kapni a szén arányára. A Szaturnusz anyagában mintegy hétszer annyi szén van, mint a Napban, és csaknem kétszer annyi, mint a Jupiterben. A számadatok nagyjából megfelelnek az elméleti elvárásoknak: minél nagyobbra nőtt egy óriásbolygó szilárd magja, annál több hidrogént és héliumot vonzott magához. A bolygó kialakulásának további folyamatában a gázok halmozódása már a csillagok keletkezésekor megfigyelhető folyamathoz hasonlít. Ekkor már nem apró bolygócsírák ütköznek — amelyek többek között szénben is gazdagok, hanem a növekvő tömegű égitest gravitációs tere egyre több gázt gyűjt maga köré. Ezért kisebb a szén aránya a nagyobb tömegű Jupiterben, és ezért még kisebb a Napban, amely csak gázfelhalmozódással állt össze.

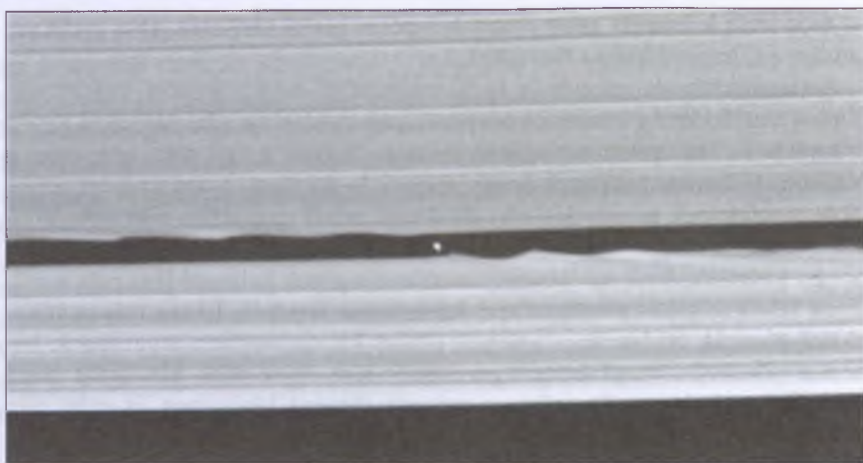
Heves légköri folyamatokra utalt a képeken látható sok örvény (1.7. ábra), és a villámok rádiózaja is. A Cassini a Föld esetében 90 000 km távolságból, a Szaturnusz esetében viszont már 161 millió km távolságból is észlelt villámokat. A Szaturnuszon a villámkisülések milliószer erősebbek lehetnek, mint a Földön.

A Cassini felvételein új holdakat is felfedeztek. Az S/2004 S1 és az S/2004 S2 jelzésű, 3 illetve 4 km átmérőjű égitest a Mimas és az Enceladus pályája között kering. Az S/2004 S2 megegyezik a Voyager–2 által 23 éve megörökített, akkor S/1981 S14 jelzést kapott objektummal, amelynek létét csak most sikerült megerősíteni. A Keeler-résben, az A gyűrű külső peremétől kb. 250 km-rel befelé található



1.7. ábra. A Szaturnusz déli féltékéjének részlete. Felül egy sötét ovális vihar, alul az eltérő sebességű légáramlatok határán keletkezett örvények. A terület mérete kb. 12 000 km (Cassini, 2004. december 6.)

ritka zónában is azonosítottak egy új holdat. Az átmenetileg S/2005 S1 jelzéssel ellátott objektum átmérője 7 km, a közelében lévő gyűrű anyagához hasonlóan a ráeső fénynek közel felét veri vissza, azaz jégben gazdag égitest. Úgy tűnik, hogy a rés közepén mozog, a rés peremén pedig gravitációs zavaraitól keletkezett hullámok láthatók (1.8. ábra). A gyűrűre kifejtett hatásából



1.8. ábra. Az S/2005 S1 és az általa keltett hullámok a Keeler-rés peremén. A felvételt 2005. május 2-án készítette a Cassini 594 000 km távolságból, amikor a gyűrű síkja „fölé” emelkedett

valószínűleg meg lehet majd becsülni a tömegét, ismert mérete alapján pedig sűrűségét is.

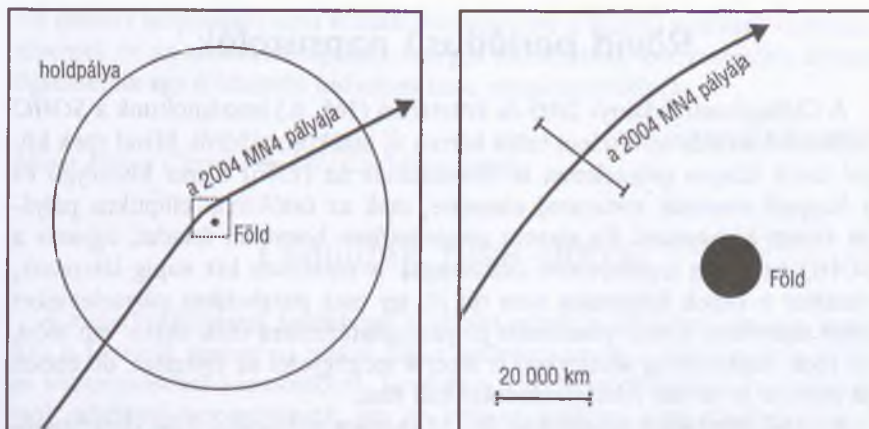
Számos új eredmény született a korábban ismert Szaturnusz-holdakkal kapcsolatban is, ezeket ILLÉS ERZSÉBET: *Holdak a Naprendszerben* című cikke foglalja össze.

Kereszturi Ákos

A 36. Hold- és Bolygótudományi Konferencia alapján.

Kisbolygók a műholdak között

A 2004. esztendő kisbolygó-közelítéseiről is nevezetes marad. A 2004 YD5 jelű, kb. 5 méteres égitestet egy amerikai amatőr csillagász, S. POPE fedezte fel 2004. december 20-án, a 93 cm-es *Spacewatch-reflektor* egyik felvételén. Az automata távcsővel készült képeket ugyanis az Interneten mindenki számára elérhetővé teszik, mert a gyorsan mozgó, a felvételen csíkot húzó aszteroidákat a szoftverek nem tudják észrevenni. A rengeteg képet pedig csak az amatőrök bevonásával lehet vizuálisan átvizsgálni. A 18^m fényességű kisbolygót a gyors azonosításnak köszönhetően ugyanazon az éjszakán még egyszer észlelni tudták, így további követése nem okozott gondot. A számítások szerint az akkor már 750 000 km-es távolságban járó égitest egy nappal korábban



1.9. ábra. A 2004 MN4 áthaladása a Föld–Hold rendszeren 2029. április 13-án. Az ábrán látható a számított távolság bizonytalanságát jelző vonal is

26 000 km-rel haladt el az Antarktisz felett, közelebb, mint amilyen magasan keringenek az egyenlítő felett a geostacionárius műholdak. Az apró égitest a felfedezés másnapján már csak 21–22^m volt.

Még a 2004 YD5-nél is közelebb járt a 2004 FU162 jelű, kb. 6–8 m-es kisbolygó, ám ennek az adatai jóval bizonytalanabbak. Az apró szikláról a LINEAR program keretében 2004. március 31-én 44 percen belül négy felvétel készült. Normális esetben egy éjszakányi megfigyelés alapján nem kapnak jelelést az aszteroidák, ám amikor S. CHESNEY, a JPL munkatársa kiszámította a lehetséges pályaelemeket, kivételt tettek. Ezek alapján ugyanis a napközelsége felé haladó kisbolygó március 31.65 UT-kor mindössze 12 900 km-re volt bolygónk középpontjától, vagyis alig 6500 km-rel a felszín felett!

A két említett égitest csak néhány profi csillagász és pár lelkes amatőr számára jelentett igazi élményt, a 2004 MN4 jelű kisbolygó 2029-es földközelsége azonban mindenki számára különleges alkalom lesz. A 320 m-es földszúroló ugyanis 2029. április 13-án $36\,000 \pm 10\,000$ km-re fog elhaladni mellettünk (1.9. ábra). Ekkor fényessége eléri majd a 3^m-t, látszó elmozdulása pedig 42°/óra lesz. Szerencsénkre a szabad szemmel is látható kisbolygó elhaladása Európából lesz a legjobban megfigyelhető. A statisztikai becslések szerint ilyen méretű aszteroida átlagosan 1300 évenként jut ennyire közel bolygónkhoz.

Sárneczky Krisztián

Minor Planet Electronic Circular, 2004-Q22 és 2004 Y35;
neo.jpl.nasa.gov.

Rövid periódusú napsúrolók

A Csillagászati évkönyv 2005-ös kötetében (165. o.) beszámoltunk a *SOHO* napkutató szonda felvételein talált három új üstököscsaládról. Mivel ezek közül kettő átlagos pályaelemei is hasonlítanak az (1566) *Icarus* kisbolygó és a *Nappali Arietidák* meteorraj elemeire, csak az üstökösök elliptikus pályáját kellett bizonyítani. Ez viszont meglehetősen bonyolult feladat, ugyanis a *SOHO* képein a legfényesebb családtagok is maximum két napig látszanak, ráadásul a képek felbontása nem túl jó, így csak parabolikus pályaelemeket lehet számítani. Ennél pontosabb pályameghatározásra csak akkor van mód, ha több napközelség alkalmával is sikerül megfigyelni az égitestet, de ebben az esetben is eleinte feltételezésekkel kell élni.

Az első lehetséges azonosítást B. MARSDEN publikálta 2004 decemberében. Ekkor az általa felfedezett család egyik újabb, fényesnek számító tagja, a *C/2004 V9 (SOHO)* és a *C/1999 J6 (SOHO)* azonosságát tételezte fel. Ezek alapján az égitest periódusa 5.49 év, és 1999. június 12.22 UT-kor 0.0091 AU-ra haladt el a Hold, majd június 12.31 UT-kor 0.0087 AU-ra a Föld mellett. Néhány hónappal később a *C/2005 E4* és a *C/1999 N5* azonossága merült fel, 5.66 éves keringési periódussal.

A kérdés végleges eldöntéséhez meg kell várni a következő napközelséget, bár egy 1999-ben feltűnt további tag segítségével akár már 2005 végén igazolhatják a feltételezést. Ha ugyanis a két korábban már említett égitest pályáját visszafelé számítjuk, akkor kiderül, hogy 1993 novemberében még szinte egy időben jutottak a Nap közelébe, és a pályaelemek szög jellegű adatai is nagyon hasonlóak. Ezek alapján úgy tűnik, hogy 1993. november 20–22-e körül egy nagyobb családtag érte el napközelségét, amely az árapályerő hatására darabokra szakadt. (Ekkoriban a *Solar Maximum Mission* szonda már nem, a *SOHO* pedig még nem üzemelt.) A törmelékek 1996 májusában 1.3–1.4 AU-ra megközelítették a Jupitert, ami különbözőképpen módosította az egyes darabok pályáját, ezért azok 1999-ben már több hónapos különbséggel tértek vissza.

A fenti két égitest után 1999 augusztusában tíz nap alatt három kisebb, majd októberben egy nagyobb családtagot (*C/1999 U2*) is megfigyeltek. Ez utóbbi jelentheti a kulcsot az elmélet igazolásához. Amennyiben ez is 1993-ban keletkezett, 2005. október 8-a környékén egy újabb fényes üstökösnek kell megjelennie a *SOHO* koronográfjának felvételein. Az 1993-as szétszakadást az a megfigyelési tény is alátámasztja, hogy 1999-ben és 2004/2005-ben sokkal több *Marsden-családba* tartozó üstököst találtak, mint a köztes években.

A megfigyelt darabolódásnak azért van nagy jelentősége, mert az elméletek szerint a földközeli kisbolygók nagyobb része a Napba zuhanva semmisül meg.

Az elmélet helyességét nem vonták kétségbe, ám a SOHO érzékeny berendezéseinek és az amatőr csillagászok szorgos munkájának köszönhetően élőben figyelhetjük egy földszűrő kisbolygó lassú megsemmisülését.

Sárneckzy Krisztián

Minor Planet Circular és IAU Circular számok.

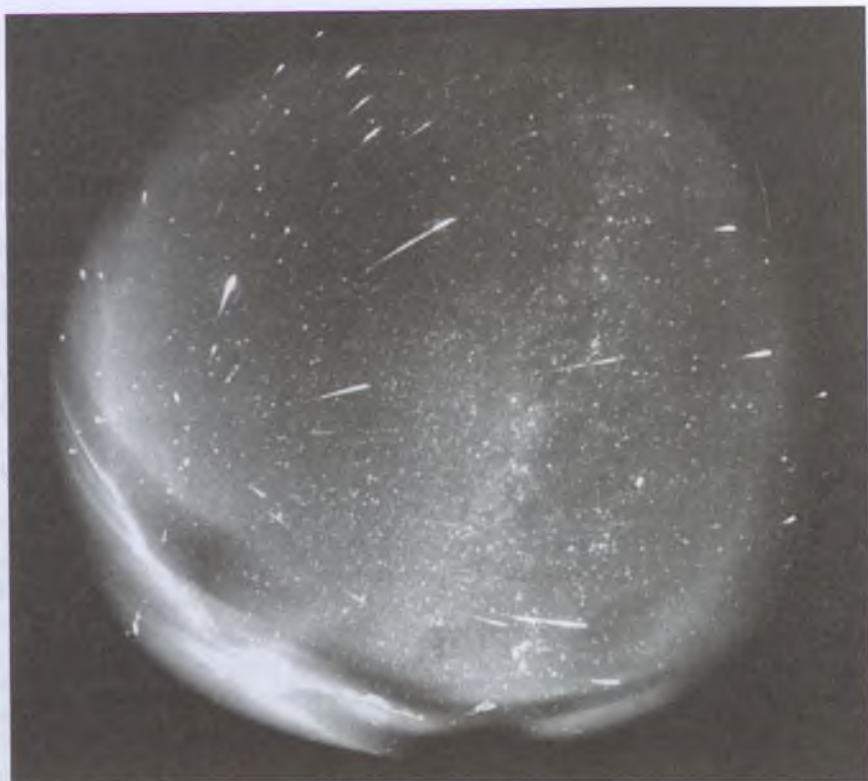
Leonidák 1998–2003

A meteorcsillagászat forradalmi korszaka zárult le 2002-ben, amikor lezajlott a Leonida meteorraj utolsó olyan kitörése, amely a szülőüstökös 1998-as visszatéréséhez kapcsolódott. Korábban a meteorkitörések előrejelzésénél csak sötétben tapogatóztunk, ám az 1990-es években több elméleti kutató munkájának köszönhetően olyan modellek születtek, amelyek alapján a jövőben sokkal biztonságban tudjuk majd előre jelezni ezeket az érdekes eseményeket. A modellek teszteléséhez kínált remek alkalmat a kiterjedt, bonyolult szerkezetű Leonida-áramlat, amelynek szülőüstököse is igen jól ismert. Azt mondhatjuk, hogy az 1998-as kitörés nagyságának előrejelzésénél a régi módszerek csődöt mondtak, az 1999 után megjelent cikkekben viszont igen pontosan jósolták meg az 1999 és 2004 közötti aktivitás menetét.

Az olyan öreg meteorrajok, mint a Leonidák, két komponensből állnak. A „normális” áramlat több tucat visszatéréssel korábban kidobott, nagy szemcsékből áll, sűrűsége pedig a szülőüstökös közvetlen közelében a legnagyobb. Ennek megfelelően a Leonidák fő áramlata az *55P/Tempel–Tuttle-üstökös* 1998-as napközelségének évben okozott kitörést. A kitörésben ugyan kevesebb meteort lehetett észlelni, mint a későbbi években, de időtartama és a meteorok átlagfényessége messze felülmúlta a következő évek kitöréseit. Azokat ugyanis kevésbé szétszóródott és rengeteg apró szemcsét tartalmazó részecskefelhők okozták, amelyeket a szülőüstökös „frissen”, 1–5 visszatéréssel korábban dobott ki. Az 1999 és 2002 között megfigyelt kitörések tehát rövidek ($T < 1$ óra), ám rendkívül intenzívek ($ZHR > 1000$) voltak, rengeteg halvány meteorral. A meteorviharok előrejelzésénél ezeknek a felhőknek a helyzetét kell nagy pontossággal megbecsülni, ami a szemcséket a keringési pályán érő rengeteg hatás miatt igen bonyolult feladat. Az alábbi összefoglalóból látható, hogy a problémát sikerült megoldani.

1998

November 16/17-e a tűzgömbök éjszakája néven vonult be a csillagászat történetébe. Egy nappal a jósolt kitörés előtt kb. 12–16 órán át hatalmas mennyiségben lehetett fényes meteorokat megfigyelni. Az észlelőcsoportok



1.10. ábra. A Leonidák 1998-as tűzgömbesője JURAJ TOTH négy órás, halszemobjektívvel készült felvételén. Az eredeti képen 156 negatív fényrendű meteor hagyott nyomot (Modrai Obszervatórium, Szlovákia)

több tucat, a Vénusz fényességét meghaladó meteort láttak, hajnalban pedig egy -14^m és egy -16^m fényességű tűzgömböt is megfigyeltek hazánkból. Korra reggel a munkába és iskolába igyekvő emberek közül is nagyon sokan látták a rendkívüli fényességű meteorok áradatát. A maximum idején kb. 250 meteor látszott óránként. A november 17-én, 20 UT környékére előre jelzett kitörés (különösen az előző éjszaka tűzgömbesője után) csalódást keltett, a várt több ezres ZHR helyett alig 150-es értéket mértek.

1999

Az új módszerekkel november 18-án 02:08 UT-re előre jelzett ZHR = 1500-as kitörés szinte percre pontosan, ZHR = 3700-as nagysággal jelentkezett. Hazánkból a borult idő miatt csak ott láthattak valamennyit a kitörésből, ahol

rövid időre szétnyíltak a felhők, a magyar megfigyelők közül néhányan azonban az Adriai-tenger partjáról látták a meteorvihart.

2000

Ebben az évben két maximumot is vártak november 18-án, de csak pár száz meteor/órás aktivitással. Az időpont-előrejelzések kb. fél órás pontossággal váltak be, a hullócsillagok mennyiségét azonban nagy pontossággal sikerült előre jelezni. A november 18-án 03^h 24^m UT-kor látott maximum $ZHR = 290$ értékkel, a 07^h 12^m-kor észlelt maximumkor pedig $ZHR = 480$ gyakoriságot mértek. November 18-án hajnalban hazánkban a Perseidák meteorraj erős maximumaihoz hasonlatos aktivitást figyeltek meg az észlelők.

2001

Három viharos és két kisebb maximumot jósoltak november 18-ára, ám ezek szerencsétlen eloszlása miatt (10^h 07^m – 18^h 19^m UT között) hazánkban egyik sem volt megfigyelhető. Pedig az időjárás kedvezően alakult, így hajnalban és este remek meteoraktivitást láthattunk, de a Csendes-óceán térségéből megfigyelhető 1500–3500-as aktivitásához képest csak szerény, pár 100 körüli ZHR -rel.

2002

Két nagy csúcsot jeleztek előre november 19-ére, amelyek közül az első éppen hajnal előtt volt látható Európából. Sajnos Magyarországról csak az északkeleti országrész egy keskeny sávjából lehetett látni a fantasztikus meteorzáport, amely kb. 10–15 perces késéssel, 04^h 10^m UT-kor következett be, $ZHR = 2400$ -as értékkel. Ekkor a telehold miatt nem túl jó égen is 30 meteort lehetett látni egy perc alatt. A másik maximum is 10 perces késéssel, 10^h 50^m UT-kor jelentkezett, az elvártak megfelelő $ZHR = 2700$ értékkel.

2003

Több kisebb, időben elszórt maximumot jeleztek előre, de nagy meteorvihart már nem vártak. Így is történt, a kisebb maximumok általában megfigyelhetők voltak, $ZHR = 50$ –100 körüli értékkel.

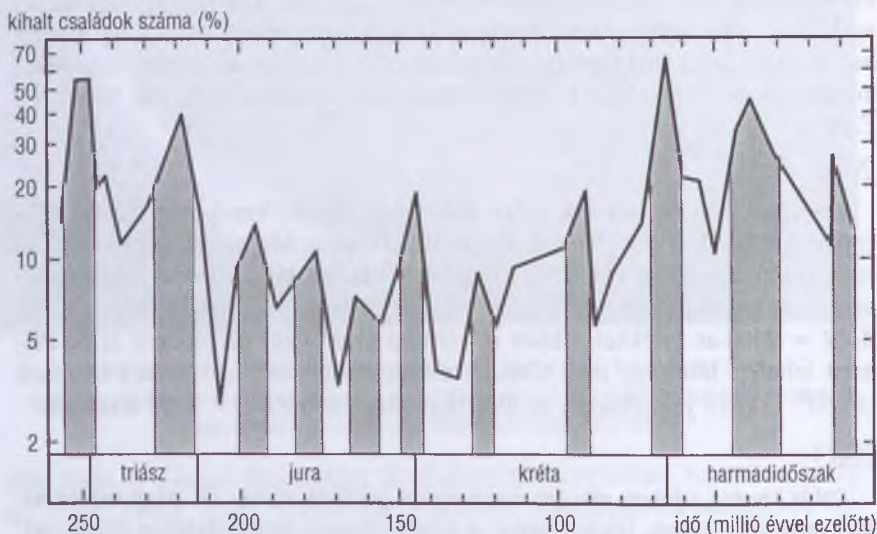
A modellek előrejelzése szerint 2031-ben a szülőüstökös következő napközelségéhez kapcsolódó tűzgömbesőre van kilátás, de a további években nem lesznek meteorviharok.

Sárneczky Krisztián

A *Meteor* korábbi számai alapján.

A Nemezis tömegének felső határa

A Föld történetében számos kihalási periódus volt, amikor a fajok jelentős része eltűnt. A kihalások ismétlődésében szabályosság fedezhető fel: két ilyen időszak között általában 26–30 millió év telt el (1.11. ábra). Ennek magyarázatára az 1980-as évek elején született egy elmélet, amely szerint a Napnak van egy távoli kísérője, és az éppen ilyen periódussal kering a Naprendszer tömegközéppontja körül. Amikor legközelebb jár a Naphoz, akkor megzavarja az Oort-felhőben lévő üstökösmagok mozgását, így azok közül sok indul el a Naprendszer belső részei felé (1.12. ábra). A bolygórendszerben jelentősen megnövekszik az üstökössel való ütközés valószínűsége. Egy Földdel ütköző üstökös olyan éghajlatváltozást okoz, amely bolygónkon az élőlények nagy részének pusztulásához vezet.

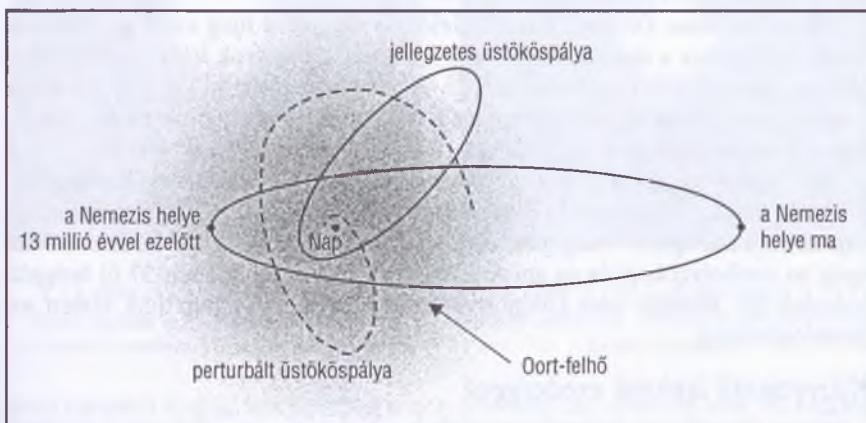


1.11. ábra. Az utóbbi 250 millió év nagy kihalási időszakai

A feltételezett kísérő erősen lapult pályájának fél nagytengelye 90 000–95 000 AU lehet, napközben kb. 25 000 AU-ra közelítheti meg a bolygórendszert. A Napot körülvevő Oort-felhő a feltételezések szerint egy kb. 100 000 AU sugarú, nagyjából gömb alakú térrész a Nap körül, amely rengeteg (akár 10^{11}) üstökösmagot tartalmaz, összes tömege azonban legfeljebb néhányszor tíz földtömeg. Ezeket az égitesteket nem látjuk, a felhő létére a

nagyon elnyúlt pályán keringő, hosszú periódusú üstökösök nagy száma alapján következtethetünk.

A Nap feltételezett kísérőjét el is nevezték *Nemezisnek* (aki a görög mitológiában a bosszúállás istennője volt). Az égitestet eddig még nem fedezték fel, létezése nem bizonyított¹⁰.



1.12. ábra. A Nemezis feltételezett pályája

Régóta tanakodnak arról, vajon milyen objektum lehet a Nemezis. A közelmúltban két indiai csillagász megpróbálta behatárolni a tömegét. Abból a feltételezésből indultak ki, hogy a 27 millió éves keringési periódusú kísérő és a Nap belső Lagrange-pontja az Oort-felhőben van. Kiszámolták, hogy különböző távolságok esetén milyen tömegű lehet a Nemezis, és milyen látszólagos fényességet érhet el a látható illetve az infravörös tartományban. Az eredményeket a csillagkatalógusokkal összevetve azt találták, hogy a Nemezis nem lehet $44 M_{\odot}$ -nél nagyobb tömegű. Ha létezik, akkor valószínűleg egy barna törpe típusú objektum, vagy egy kidobódott óriásbolygó. Még az infravörös tartományban működő űrtávcsöveknek is komoly feladat lenne a felfedezése. Sajnos az égi pozíciója sem ismert, és ha most épp naptávolban van, akkor a térbeli mozgása is nagyon lassú, így a sajátmozgása sem árulhatná el létezését.

Szatmáry Károly

astro-ph/0502390

10. Erről az elmületről magyar nyelven is jelent meg könyv: D. GOLDSMITH: *Nemezis – A halálcillag*. Háttér Kiadó, 1990.

Exobolygó-hírek

A Naprendszeren kívüli, más csillagok körül keringő bolygók (extraszoláris-vagy exobolygók) vizsgálata továbbra is a csillagászati kutatások egyik legizgalmasabb és leggyorsabban fejlődő területe¹¹.

A közelmúltban két nagy összefoglaló munka jelent meg erről a szakterületről. Az egyiket a legsikeresebb amerikai bolygóvadászok írták az eddig felfedezett exobolygók tulajdonságairól¹². A másik az *ESA – ESO* bolygókutató csoportjának jelentése, amelyben már a következő 20 év feladatait és lehetőségeit is részletesen elemzik¹³.

2005. június végén 160 exobolygó szerepelt a listán, melyek 136 csillag körül keringenek, 18 csillagnak több bolygója is van. J. SCHNEIDER szenzációs, naprakész katalógusa¹⁴ megújult, és a korábbinál is gazdagabb információkat nyújt az exobolygókról és az anyacsillagaikról. Az utóbbi évben 37 új bolygót fedeztek fel. Néhány eset különösen érdekes, ezekből válogatunk ebben az összefoglalóban.

Közvetlenül látható exobolygók

Végre sikerült egy bolygót úgy felfedezni, hogy nem a közvetett hatásai alapján következtettünk létezésre, hanem közvetlenül, elkülönülten is látszik a csillaga mellett. A Hydra csillagképben, tőlünk mintegy 200 fényévre lévő 2M1207 jelű objektum egy fiatal barna törpe. A chilei VLT egyik 8.2 m-es távcsövével már 2004-ben azonosítottak a csillag mellett 0''.78 távolságra egy nála 100-szor halványabb égitestet (1.13. ábra). Azonban nem volt biztos, hogy fizikailag is összetartoznak. Az újabb pozíciómérések szerint együtt mozognak, így gravitációsan kötött rendszert alkotnak. A bolygó tömege a modellszámítások szerint $5 M_J$. A színeképben vízmolekulák sávjai láthatók.

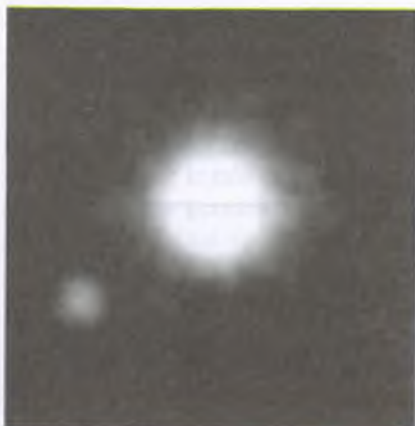
A *GQ Lupi* nagyon fiatal, alig 2 millió éves T Tauri típusú csillag, amely 400–500 fényév távolságra van tőlünk. Az előbbi esethez hasonló módon sikerült kimutatni a csillag mellett 0''.7 (kb. 100 AU) távolságban egy 6^m -val halványabb égitestet (1.14. ábra). Ez esetben is a két égitest együttes mozgása utalt arra, hogy összetartoznak. A kísérő a színeképe alapján kb. 2000 K hőmérsékletű, a víz és a szén-monoxid sávjait mutatja. Bár fizikai adatait még

11. A témakör előzményeiről és az eredményekről a következő honlapokon található további információ: astro.u-szeged.hu/ismeret/exo/extrasol.html, hirek.csillagaszat.hu/nr_exobolygok.html és www.telescopium.hu.

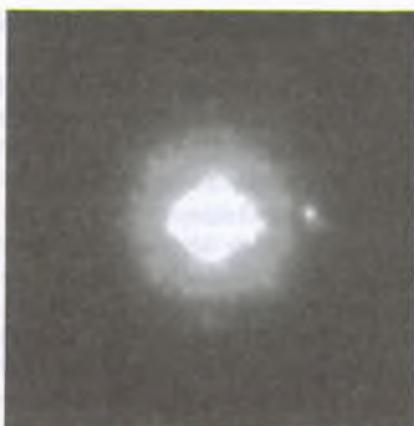
12. xxx.lanl.gov/abs/astro-ph/0505003.

13. xxx.lanl.gov/abs/astro-ph/0506163.

14. www.obspm.fr/encycl/catalog.html



1.13. ábra. A 2M1207 barna törpe és óriásbolygója a VLT adaptív optikával, infravörös tartományban készült felvételén



1.14. ábra. A GQ Lupi és kísérője a VLT adaptív optikával, infravörös tartományban készült felvételén

csak becsülni tudják, valószínűleg a bolygótömeg tartományba esik, és kétszer akkora átmérőjű lehet, mint a Jupiter. Keringési ideje legalább 1000 év.

Hasonló technikával a 150 fényévre található fiatal csillag, az *AB Pictoris* mellett is felfedeztek egy kísérőt, amelynek a tömege a becslések szerint 13–14 M_2 , azaz éppen az óriásbolygók és a barna törpék közötti határon van.

A Gliese 876 bolygói

A *Gliese 876* (vagy *GJ 876*) jelű csillag 10^m fényességű vörös törpe az *Aquarius* csillagképben, tőlünk 15.3 fényév távolságra. Színképtípusa M4 V, a tömege és a mérete a Napénak harmada. Színképvonalainak periodikus eltolódása azt jelzi, hogy látóirányú sebessége változik. Ebből állapították meg 1998-ban, hogy egy legalább 2.1 M_2 tömegű bolygó kering körülötte, 61 napos periódussal. A sebességadatok számának gyarapodásával 2001-ben egy második, 0.56 M_2 tömegű bolygó hatását is sikerült kimutatni. Ennek keringési ideje majdnem pontosan a fele (30.3 nap) a nagyobbikénak. A két bolygó keringési ideje 2:1 arányú rezonanciában van, emiatt erősen befolyásolják egymás mozgását. Ennek vizsgálata során, 2005-ben felfedezték, hogy a csillag sebességgörbéjét pontosabban lehet leírni, ha egy harmadik, kis amplitúdójú és rövid periódusú hullámot is hozzáadnak a két nagyobbhoz (1.15. ábra).

A legjobb illesztést 50° pályahajlás feltételezésével kapták. Ez esetben a harmadik bolygó tömege 7.5 Föld-tömeg, a becsült átmérője pedig kétszerese a Földének. (A 2 és 10 Föld-tömeg közötti égitestek javasolt neve: *nagy Föld típusú bolygók*.) Ezáltal a legkisebb, minden bizonnyal Föld típusú bolygót si-

került felfedezni. Ilyen kis tömegű bolygókat eddig csak pulzárok körül találtak. A keringési ideje csupán 1.94 nap, pályájának fél nagytengelye pedig 0.021 AU. Majdnem 50-szer közelebb kering a csillaga körül, mint a Föld a Nap körül, emiatt nagyon forró lehet, a becslések szerint a felszínén 200–400° C a hőmérséklet.

A vörös törpe mintegy 600-szor kisebb fényteljesítményű, mint a Nap, ezért a körülötte lévő *életzóna* vagy *lakható zóna* — ahol a víz folyékony állapotban megmaradhat — 0.06–0.22 AU között van. A bolygó ennél beljebb kering, tehát túl forró a földi típusú élet számára. Amennyiben kötött a keringése, azaz mindig ugyanazt az oldalát fordítja a csillaga felé, a másik, éjszakai oldal viszont hideg, hacsak nincs számottevő légkörre, amely valamelyest kiegyenlítheti a hőmérsékletet.

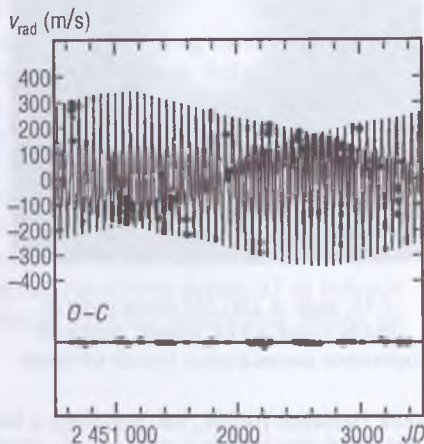
A Földhöz hasonló, szilikátos bolygók a fémekben gazdag csillagok körül fordulhatnak elő, hiszen a csillag és bolygói ugyanabból az ősi anyagfelhőből alakulnak ki. A Gliese 876 kis fémtartalmú, öreg csillag, korát 11 milliárd évre becsülik. Érdekes, hogy mégis van legalább 3 bolygója.

A kaliforniai kutatócsoport a Hawaii-szigeteken lévő *Keck-teleszkóppal* 150 hasonló vörös törpe megfigyelését végzi. A tökéletesített színképelemző készülékkel a korábbi 3 m/s helyett már 1 m/s pontossággal tudnak radiális sebességet mérni, így a közeljövőben több kis tömegű, Földhöz hasonló bolygót találhatnak. A 2008-ban indítandó *Kepler-űrtávcsővel* szintén sok kőzetbolygó felfedezése várható.

Fedések

Az exobolygók egyik felfedezési módja az *átvonulás* megfigyelése. Amikor a bolygó elhalad a csillaga előtt, abból egy részt kitakar, így lecsökkenti fényességét. 2005 októberéig kilenc csillagnál sikerült kimutatni ezt a jelenséget.

A *másodlagos fedés* során pedig a bolygó kerül a csillag mögé. Ilyenkor is lecsökken egy kicsit a rendszer összfényessége, különösen az infravörös tartományban, hiszen a bolygó főleg abban sugároz. A Spitzer-űrteleszkóppal si-



1.15. ábra. A Gliese 876 csillag radiális sebességének időbeli változása: a pontok a mérési adatok, a folytonos vonal a 3-bolygós illesztés. Alul a mérések és az elméleti modell különbsége látható

került kimutatni két, már korábban felfedezett *forró Jupiter típusú* exobolygó esetében ilyen fedést¹⁵.

A bolygók által okozott fedések számítógépes modellezésével több kutatócsoport foglalkozik. Már speciális részletkérdések is felmerültek. Például meg lehet-e állapítani a fényességcsökkenés menetéből, hogy a bolygó lapult, gyűrűs vagy esetleg kettős? Egy francia csillagász — még jobban elengedve a fantáziáját — arra keresett választ, vajon milyen lehet a fedési fényváltozás, ha egy civilizáció által épített, nagy méretű, nem gömb alakú mesterséges égitest kering egy csillag körül. Különbféle alakú testek (például háromszög alapú gúla) esetén kiszámolta, hogy mennyire térne el a fedés fénygörbéje egy ugyanakkora összfelületet eltakaró, de gömb alakú test átvonulása során mért görbétől. A különbség csupán néhány tizedred magnitúdó, aminek a kimutatása jelenleg legfeljebb a Hubble-űrtávcsővel volna lehetséges. Ilyen pontosságú mérések a közeljövőben azonban reális célnak tűnnek. A 2006 nyarán felbocsátandó *COROT* (*CONvection, ROTation and planetary Transits*), majd később a *TPF* (*Terrestrial Planet Finder*) és a *SIM* (*Space Interferometry Mission*) űrteleszkópok pontossága már elegendő lesz ilyen vizsgálatokra is. Ezáltal az idegen civilizációk keresésének — a SETI programnak — egy új, olcsó módszere valósulhat meg.

Exoholdak

Az óriási exobolygók körül keringő, akár Föld méretű holdakon is jelen lehet az élet. A holdak kimutatása azonban nagyon nehéz, eddig még egyet sem sikerült felfedezni. A *Szegedi Tudományegyetemen* csillagász oktatók és hallgatók egy csoportja vizsgálatokat kezdett arra vonatkozóan, hogy egy exobolygó esetleges holdját milyen hatásai alapján lehetne kimutatni. Az egyik legesélyesebb módszer a fedések vizsgálata lenne. Egy eléggé nagy hold ugyanis modulációkat, hullámokat okozhat a bolygó átvonulása és másodlagos fedése során a fényességcsökkenés görbéjén.

Egy másik lehetőség azon alapul, hogy a bolygó és holdja közös tömegközéppont körül kering, és ennek a kettős rendszernek a tömegközéppontja mozog Kepler-pályán a csillag körül. A bolygó átvonulásainak és másodlagos fedéseinek időpontja tehát kis mértékben attól is függ, hogy a bolygó és a hold az adott időben éppen hogyan helyezkedik el egymáshoz képest. Ha egy exobolygó sugárzása közvetlenül is kimutatható, akkor a holdja által okozott esetleges fedések talán mérhetőek lennének.

Az itt felsorolt kicsiny hatások kimutatásához persze a csillag–bolygó–hold hármas rendszernek hosszabb időn át stabilnak kell lennie. Erre vonat-

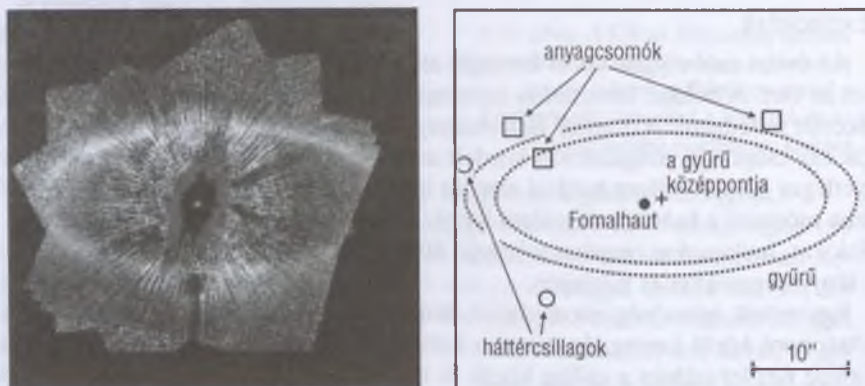
15. *Megmérték egy exobolygó sugárzását* című hír ebben a kötetben.

kozó számításokat az ELTE Csillagászati Tanszékének égi mechanikával foglalkozó munkatársai végezték.

A Fomalhaut gyűrűje

Számos csillag körül találtak már gázból, porból és jégszemcsékből álló gyűrűt, amelyek deformációja arra utal, hogy egy bolygó kering benne (β Pictoris, *AU Microscopii*, *Vega*). Most egy újabb ilyen rendszert fedeztek fel. A *Fomalhaut* (α Piscis Austrinis) egy tőlünk 25 fényévre lévő, fiatal, 200 millió éves csillag, amely körül már 1983-ban az *IRAS* infravörös űrtávcső kimutatott egy anyaggyűrűt. A hőmérsékletmérések szerint a gyűrű egyik oldala melegebb, mint a másik.

A Hubble-űrtávcső 2004-es felvételei szerint a csillag nem a gyűrű közép-pontjában helyezkedik el, hanem a centrumtól 15 AU-ra (1.16. ábra). Ez úgy magyarázható meg, ha feltételezzük, hogy egy nagy tömegű bolygó kering a Fomalhaut körül, amelynek a gravitációs hatása befolyásolja a gyűrű helyét és alakját. A gyűrű vastagsága csak 25 AU, és a csillagtól 133 AU-ra lévő belső széle élesebb, határozottabb, mint a külső. Ezek is egy bolygó hatása mellett szóló tények. Ha a kísérő barna törpe lenne, infravörös sugárzása közvetlenül is kimutatható lett volna.



1.16. ábra. A Fomalhaut körüli gyűrű a HST felvételén (a csillagot koronográf módszerrel kitakarták)

A feltételezett bolygó 50–70 AU-ra kering a Fomalhauttól, azaz kissé messzebb, mint a Plutó a Naptól. A gyűrű a naprendszerbeli Kuiper-övhez hasonlítható, de annál négyszer nagyobb kiterjedésű. A Fomalhaut és környezete arra utal, hogy a bolygórendszerek nem mind azonos módon alakulnak ki.

Más csillagok körül is találtak anyaggyűrűket, kisbolygóöveket. A Spitzer-űrtávcső infravörös felvételein a 41 fényévre lévő *HD 69830* katalógusszámmú, Napunknál kissé fiatalabb csillag körül a Vénusz pályájának megfelelő távolságban 25-ször nagyobb mennyiségű anyag van, mint a Naprendszerben a Mars és Jupiter közötti kisbolygóövben. Ha abban a rendszerben volna a Földhöz hasonló bolygó, onnan rendkívül erős „állatövi fényt” okozna a sűrű törmelékgyűrűn szóródott csillagfény.

A *TW Hydrae* környezetét a VLA rádiótávcső-rendszerrel vizsgálták. A sugárzás centiméter nagyságú szemcsékből álló anyagkorong létére utal, valószínűleg egy újabb, kialakulóban lévő bolygórendszert sikerült felfedezni.

Szatmáry Károly

Nature 435, 1067. o.;

astro-ph 0503580, 0505003, 0505359, 0506011, 0506163, 0506644;

hubblesite.org/newscenter/newsdesk/archive/releases/2005/;

www.universetoday.com;

www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2005/;

www.spitzer.caltech.edu/Media/releases/.

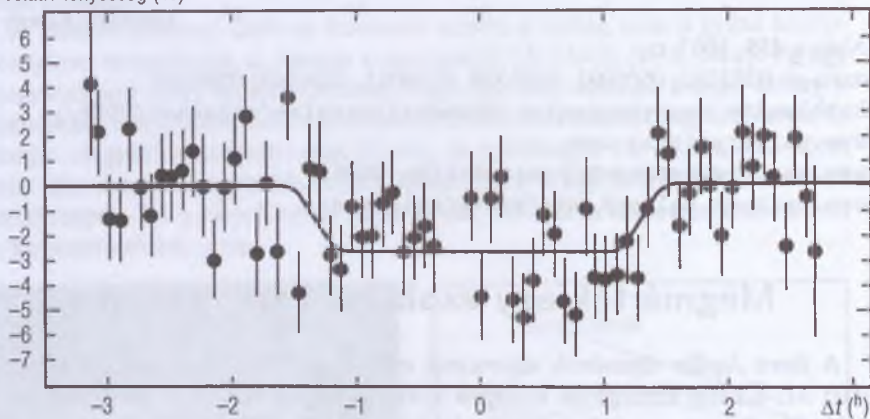
Megmérték egy exobolygó sugárzását

A *forró Jupiter* típusúnak elnevezett exobolygók általában nagyon közel, 0.05 AU-n belül keringenek csillaguk körül. A csillag közelsége miatt hőmérsékletük olyan magas lehet, hogy a legérzékenyebb csillagászati műszerekkel már érdemes megkísérelni infravörös sugárzásuk detektálását.

A *Spitzer Space Observatory* rendkívül nagy érzékenységgű kamerája, a *MIPS* (*Multiband Imaging Photometer for Spitzer*) 24 μm hullámhosszon sikeresen megmérte egy forró Jupiter típusú bolygó sugárzását. A *HD 209458b* nevű bolygó különösen alkalmasnak ígérkezett erre a célra, mivel sugara nagyon nagy, 1.35 R_J , és keringése során teljesen a csillag mögé kerül. A MIPS összesen 1727, egyenként 10 másodperces felvételt készített a *HD 209458*-ról. A bolygópálya periódusának és a bolygó sugarának ismeretében sikerült kimutatni a 24 μm -es sugárzásban azt csekély, mindössze 0.26%-os csökkenést, amely akkor következik be, amikor a bolygó a csillag mögött van. A mérésekből meghatározták a bolygó saját 24 μm -es fluxusát ($55 \pm 10 \mu\text{Jy}$), ebből pedig a rendszer távolságának ismeretében a felszíni hőmérsékletét: $1130 \pm 150 \text{ K}$. A csillag előtt átvonuló bolygó okozta fényességcsökkenéseket már korábban figyelemmel kísérték. A MIPS mérések azt mutatják, hogy a bolygó elfedésének időpontja pontosan a két átvonulás közötti időtartam közepén következik be. Ez arra utal, hogy a bolygó pályának excentricitása valószínűleg nagyon kicsi.



relatív fényesség (%)



1.17. ábra. A Spitzer infravörös űrtávcsővel megfigyelt másodlagos fedés a HD 209458b exobolygó esetében

Kun Mária

Nature, 2005. április 7.

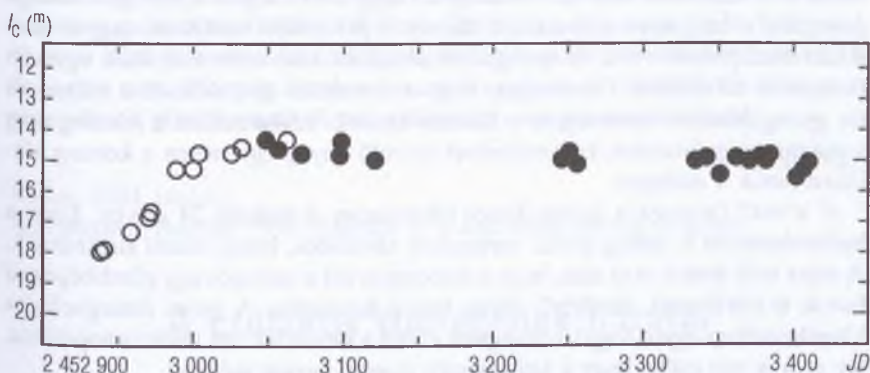
A V1647 Orionis és a McNeil-köd

J. W. McNeil amatőr csillagász 2004 januárjában új reflexiós ködöt fedezett fel az Orionban, nem messze az M78-tól. A köd megjelenése egy korábban csak infravörös hullámhosszakon észlelt fiatal csillag gyors kifényesedését kísérte¹⁶. A McNeil-ködöt megvilágító csillag később a V1647 Orionis változócsillag-nevet kapta.

16. ÁBRAHÁM P.–KÓSPÁL Á.: Korongok fiatal csillagok körül. *Csillagászati évkönyv 2004*, 219. o.

A majdnem 5^m kifényesedés alapján a V1647 Orionist az eruptív fiatal csillagok osztályába sorolták be. Az ehhez hasonló kitörések nagyon ritkák, akár *FUor* (*FU Orionis*), akár *EXor* (*EX Lupi*) típusú kitörésről van szó¹⁷. Nem meglepő tehát, hogy a kifényesedést követő egy év alatt a vezető csillagászati folyóiratokban tíz cikk jelent meg a csillagról. Többet tudunk-e ezek után arról, hogy mi is történik ennek a Napunkhoz hasonló tömegű fiatal csillagnak a felszínén? A csillagot ugyan egy év intenzív kutatás után sem lehet egyértelműen besorolni az eruptív csillagok két fő csoportjának egyikébe sem, de talán éppen azért, mert a kitörések sok új, eddig ismeretlen tulajdonságára derült fény a V1647 Orionis kitörésének köszönhetően.

A két típus csillagai hasonló amplitúdójú, de nagyon különböző időtartamú kitörést produkálnak. Míg a *FUor* típusú csillagok évtizedekig a megemelkedett fényességen világítanak, az *EXor* típusú kitörés nem tart tovább néhány hónapnál. Lényeges különbségek vannak a két típusba sorolt csillagok színképei között is. Egy *FUor* színeképét az erős csillagszélről tanúskodó *P Cygni* jellegű vonalak uralják (mély abszorpciós vonalak a hosszú hullámú oldalukon gyenge emissióval), addig az *EXorok* színeképe alig tér el a nyugalomban levő fiatal, *T Tauri* csillagokétól: a Nap típusú abszorpciós színeképre a hidrogén, a hélium és a nátrium emissziós vonalai, valamint a nitrogén és a kén tiltott vonalai rakódnak. A hidrogénvonalak nagyrészt a csillagra áramló anyagból erednek, míg a tiltott vonalak a nagy sebességű csillagszélből.



1.18. ábra. A V1647 Ori I_C sávban mért fénygörbéje 2003. október és 2005. február között

A V1647 Orionis biztosan nem *EXor*, mivel már több mint egy éve tart a kitörése. Fénygörbéje nagyon hasonlít néhány ismert *FUor* fénygörbéjére (1.18. ábra). A színeképe azonban egészen más! A látható tartományban a vö-

17. Részletesebb magyarázat a már említett cikkben található.

rös kontínuumon ülő $H\alpha$ emisszió kívül semmi sem látszik. A FUoroktól eltérően az infravörös színképtartományt is emisszió uralja. Az eruptív csillagok megfigyelhető színképvonalai a csillag fotoszféráján kívül, a korong különböző régióiban (korong-fotoszférában) keletkeznek: a hidrogén- és fémvonalak a csillaghoz közel, a korong belső szélénél, míg pl. a szén-monoxid a távolabbi, hidegebb tartományokban. Az eltérő spektrumok azt sugallják, hogy eltérő a tömegbefogás módja. Általában úgy gondolják, hogy az EXorok a T Tauri-csillagokhoz hasonlóan a korongot és csillagot összekötő mágneses erővonalak mentén veszik át az anyagot a korongból, míg a FUorokra egyenesen a korong síkjában ömlik az anyag, mivel a mágneses tér nem elég erős a nagy tömegű bezuhanó anyag eltereléséhez.

Lehet, hogy a V1647 Ori színképeének különlegességei abból adódnak, hogy ez a kitörés sokkal fiatalabb, mint a többi ismert FUoré (maga az FU Orionis 1936-ban, a V1057 Cygni 1970-ben fényesedett ki). Lehet, hogy minden fiatal csillag kitörése úgy indul, hogy a tömegbefogást a mágneses erővonalak irányítják, de ha a gyors tömegbefogás elég sokáig tart, a mágneses tér idővel gyengül, módosul a tömegbefogás módja, és ennek következtében a csillag színképi tulajdonságai is.

Mindkét működő röntgenobszervatórium, a *Chandra* és az *XXM-Newton* is észlelt erős röntgenkitöréseket a csillagról, amelyeknek a természete nagyon különbözött a fiatal, Nap típusú csillagokon gyakran megfigyelhető óriás flekétől. A kitörések oka valószínűleg az, hogy a korongról a csillagra zuhogó anyagban a mágneses erővonalak ellentétes polaritású szakaszai nagyon szorosan összepréselődnek, és energiefelszabadulás kíséretében kioltják egymást (*mágneses átkötődés*). Lehetséges, hogy a sorozatos átkötődések a mágneses tér gyengüléséhez vezetnek, és a kitörés későbbi szakaszaiban a jelenleg még a mágneses erővonalak közvetítésével áramló anyag egyenesen a korong síkjában ömlik a csillagra.

A V1647 Orionist a *Spitzer Space Observatory* is észlelte $24\ \mu\text{m}$ -en. Ezen a hullámhosszon a csillag körüli tartomány távolabbi, hideg részei sugároznak. A mért erős fluxus arra utal, hogy a korongon túl a csillagot egy gömbhéjszerű burok is körülveszi, amelyből anyag hull a korongba. A gyors tömegbefogás következtében egyre fogyó korongnak ebből a burokból van tehát utánpótlása, így arra is van esély, hogy a kitörés még hosszú évekig tartson.

Kun Mária

Astronomical Journal, 2004, **128**;

Astronomy and Astrophysics, 2004, **419**;

Astrophysical Journal, 2004, **606**, **609**, **610**, **616**, **620**, **626**;

Publications of the Astronomical Society of Japan, 2005, **57**;

Nature, 2004, **430**.

Új csillagkeletkezési mechanizmus

Bő 10 évvel ezelőtt két amerikai és egy ausztrál csillagász elméleti oldalról vizsgálta, mi történhet akkor, ha egy gömbhalmaz keresztülhalad galaxisunk fősíkján. Modelljük szerint az ilyen esemény az áthaladás 10–100 pc-es környezetében olyan sűrűséghullámot válthat ki, amely létrehozza a csillagkeletkezés feltételeit: középen egy buborék képződik, amelynek a fala tágul, és eközben összesűríti maga előtt a csillagközi anyagot. Számításaik még arra is kiterjedtek, hogy az ilyen áthaladás viszonylag gyakori, szerintük millió évenként megtörténik, persze mindig más-más gömbhalmazzal. Dolgozatuk azonban nem keltett feltűnést abban a cikkdömpingben, ami manapság a tudományos folyóiratokat elárasztja — és szép lassan feledésbe merült.

Az Amerikai Csillagászati Társaság 2004. januári gyűlésén két csillagász beszámolt arról, hogy a 12 milliárd éves *NGC 6397* gömbhalmaz pályáját az 1893 óta gyűjtött asztrometriai anyagból minden korábbinál pontosabban meg tudták határozni. Számításaik szerint a gömbhalmaz körülbelül 5 millió éve haladt át a Tejútrendszer fősíkján, és most már 500 pc-kel alatta jár. Az átmenet helyén egy jól ismert, fiatal nyílthalmaz, az *NGC 6231* található, amelynek kora legfőljebb 5 millió év. Ily módon nemcsak egy feledésbe merült elméleti jóslatot sikerült igazolni, hanem az áthaladások gyakorisága alapján az is feltehető, hogy az ilyen események számottevő százalékban járulnak hozzá a fősíki populációjának kialakulásához. Tehát ezt a folyamatot is be kell sorolni azok közé a mechanizmusok közé, amelyek galaxisunk arculatát alakítják, és persze nem elhanyagolható a szerepük azokban az extragalaxisokban sem, amelyek sok gömbhalmazt és sok csillagközi anyagot tartalmaznak.

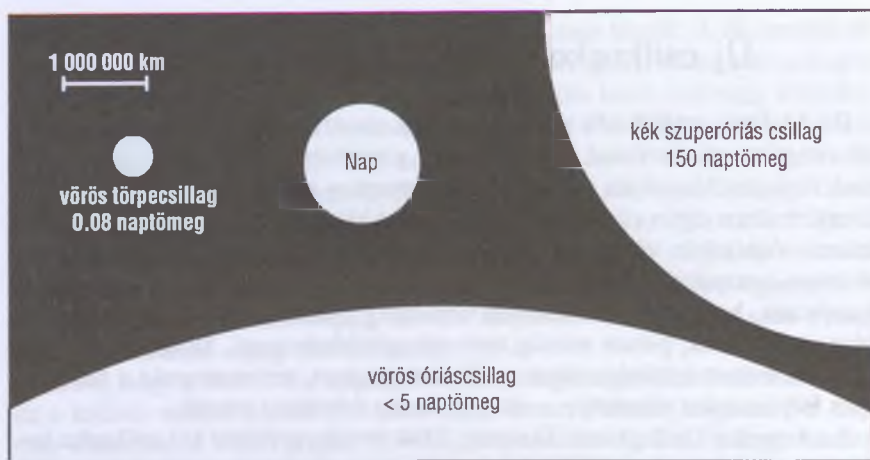
Barcza Szabolcs

Nature 2004. január;

Astrophysical Journal 1996. március — a feledésbe merült dolgozat.

A csillagok tömegének határai

A csillagok mérete és tömege nagyon különböző lehet (1.19. ábra). Régóta nagy kérdés, mekkora lehet a csillagtömeg alsó és felső határa. Egy csillag belsőjében, egyensúlyi állapotban a hőmérséklettől függő gáznyomás tart egyensúlyt a gravitáció hatásával, a külsőbb rétegek súlyából származó összehúzó hatással. A legkisebb vörös törpe csillagok tömegének alsó határa $0.075 - 0.080 M_{\odot}$, azaz $75 - 80 M_2$. E méret alatt már nem jön létre az égítést magjában olyan magas hőmérséklet, hogy a hidrogén atommagok héliummá egye-



1.19. ábra. Néhány csillagtípus méretének és tömegének összehasonlítása

süljenek, vagyis nem indul be számottevő fúziós energiatermelés. Az ennél kisebb tömegű égitestek a barna törpék.

A legnagyobb tömeget elméletileg $100\text{--}120\ M_{\odot}$ -nál feltételezték, de van olyan modell is, amely egészen $1000\ M_{\odot}$ -ig kitolja a lehetséges csillagtömeg felső határát. Korábban találtak olyan objektumokat (pl. a *Pisztoly-csillag*, *R136* a *Nagy Magellán-felhőben*), amelyeket az abszolút fényességük alapján több száz naptömegűnek feltételezhetünk. Nem kizárható azonban, hogy ezek valójában szoros kettőscsillagok, vagy két csillag összeütközése során létrejött, átmeneti állapotban lévő, rövid életű égitestek.

A Hubble-űrtávcsővel felvételeket készítettek az egyik nagy tömegű, nagyon fiatal ($2\text{--}2.5$ millió éves), több mint 2000 csillagot tartalmazó halmazról, az *Ívek* (*Arches*) csillagsoportról. Ez a halmaz a Tejútrendszer központi vidékén, tőlünk 25 000 fényévre található. Ha vannak nagyon nagy tömegű csillagok, akkor egy ilyen halmazban biztosan elő kellene fordulniuk. Statisztikai becslés alapján legalább 20–30 csillag esne a $130\text{--}1000\ M_{\odot}$ tömegtartományba, ám ilyeneket egyáltalán nem találtak. A megfigyelt csillagok tömege legfeljebb 130-szorosa volt a Napénak. Számos más, fiatal csillaghalmazt megvizsgálva hasonló eredményre jutottak. Mindezek alapján a csillagtömeg felső határa jelenleg a $150\ M_{\odot}$ értéket fogadják el. Az viszont elképzelhető, hogy a régmúltban, amikor más volt a csillagközi anyag összetétele, még születhettek nagyobb tömegű csillagok.

Szatmáry Károly

Nature, 2005. március.

A legkisebb és legnagyobb tömegű csillagok

A 2004-es év rekordot hozott mind a kis, mind pedig a nagy tömegű csillagok világában. Csillagtömeget nagy pontossággal csak kettőscsillagok esetében tudunk meghatározni.

Az L törpék a *Hertzsprung–Russell-diagramon* az M színképosztályú csillagok alatt helyezkednek el. Tömegük azon a határon van, amely kritikus a hidrogént égető magreakciók számára. A *2MASSW J0746425+2000321* jelű, L törpékből álló kettős rendszert a *Hubble-űrtávcsővel*, az ESO 8 m-es és a Keck Observatórium 10 m-es távcsövével figyelte meg egy 14 tagú nemzetközi kutatócsoport. Asztrometriai megfigyeléseket kombináltak infravörös fotometriával és spektroszkópiával. A 3851 napos keringési periódust mintegy 20% pontossággal kapták meg. A pálya meghatározása alapján a két csillag tömege $0.085 \pm 0.010 M_{\odot}$ és $0.066 \pm 0.006 M_{\odot}$. A kisebbik csillag biztosan *szubsztelláris*, vagyis belsejében hidrogénfúzió nem indulhat meg, legfőljebb a deutérium fúziója folyhat. Ez azonban csak rövid ideig engedi fényleni, korra 300 ± 150 millió év lehet. Színképében a $H\alpha$ vonal intenzitása változik, ami számottevő kromoszférikus aktivitás jele.

Az *OGLE* fotometriai program keretében a *WR 20a* jelű Wolf–Rayet kettősről összegyűlt anyagot dolgozta fel egy tíztagú lengyel kutatócsoport. Lehetővé vált a pontos fedési fénygörbe meghatározása is, amelyet kombináltak a már korábban ismert radiális sebességekkel. A kettős keringési ideje $T = 3.866$ napnak adódott, a pályasík hajlásszöge pedig $i = 74.5 \pm 2.0$. Ebből a két csillag tömege $83.0 M_{\odot}$ és $82.0 M_{\odot}$, mindkettő $\pm 5.0 M_{\odot}$ hibával. Ezzel a *WR 20a* csillagai lettek a tömegrekorderek azon csillagok között, amelyeknek adatait a legkisebb bizonytalanságú pályameghatározásból számították ki. A két csillag effektív hőmérséklete $42\,000$ K körül van. Ezek az adatok a nagy tömegű csillagok szerkezetének megértésében fontosak. Az itt megadott értékeknél nagyobb tömegűeknek vélt csillagokról rendre ki szokott derülni, hogy valójában kettős, vagy többszörös rendszerek. Ez pedig mindig megkönnyebbulést jelent az elméleti asztrofizikusoknak, mert már a $83 M_{\odot}$ is komoly kihívás számukra. Az ilyen hatalmas tömegű csillagok ugyanis mai elméteink szerint nagyon instabilak: növekvő amplitúdójú pulzáció léphet fel bennük, ami szétrobbanásukhoz vezet, még mielőtt elérnék a Hertzsprung–Russell-diagram főágát.

Barcza Szabolcs

Astronomy and Astrophysics 2004. augusztus;

Astrophysical Journal 2004. augusztus.

Az Altair is változócsillag

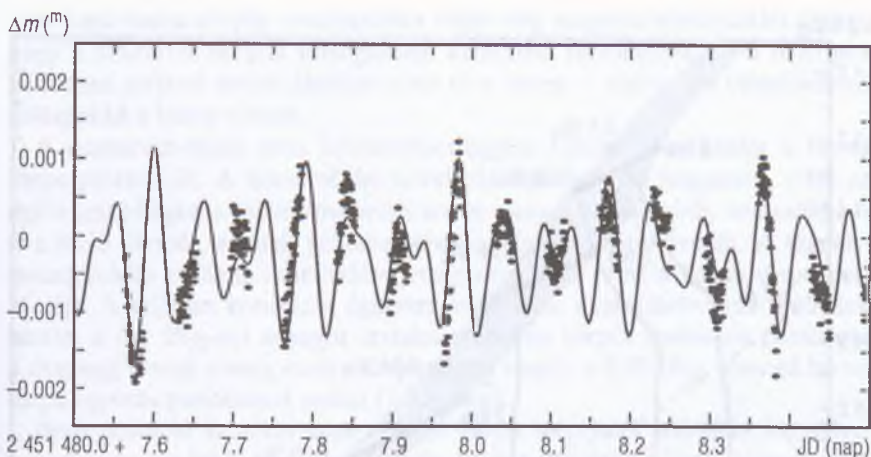
A hír címében szereplő felfedezés önmagában is érdekes, hiszen ezzel a 0^m76 látszó fényességű *Altair* lett a legfényesebb ismert δ *Scuti* típusú változócsillag. A felfedezés érdekességét fokozza az a tény, hogy a megfigyeléseket nem földfelszíni távcsővel végezték, hanem mesterséges holdról, ráadásul olyanról, amely eredetileg kitűzött kutatási feladatára alkalmatlannak bizonyult.

A NASA 1999 márciusában Föld körüli pályára helyezett szondája, a *WIRE* (*Wide Field Infrared Explorer*) a tervek szerint infravörös hullámhosszakon végzett volna méréseket, de a detektorok hűtésére szolgáló cseppfolyós hidrogén még a kutatási program indítása előtt elpárolgott, megghiúsítva az eredeti terveket. A *WIRE* azonban mégsem vált egy csapásra űrszemétté. Egy magyar származású (és észjárású) amerikai csillagász, DEREK BUZASI kezdeményezésére a *WIRE* beállítására és a megfelelő irányban tartására szolgáló kis, 5,2 cm átmérőjű távcső és CCD-kamera együttesét fényes csillagok fotometriai megfigyelésére kezdték használni.

Más célú űrcsillagászati obszervatóriumok — pl. az ultraibolya hullámhosszakon spektrumokat készítő *IUE* és a több képalkotó és spektroszkópiai detektorral felszerelt *Hubble-űrtávcső* — helyzetérzékelőit már korábban is használták ismert változócsillagok fotometriai követésére és új változócsillagok keresésére. A légkörön kívül végzett fotometriának a nagyobb pontosság mellett az is az előnye, hogy hosszú — akár több hetes vagy hónapos — megszakítás nélküli adatsort lehet kapni, ami elengedhetetlen a csillag fényváltozásában jelen levő valódi periódusok megállapításához, hiszen ez esetben nem lépnek fel a mintavételezés által okozott hamis periodicitások.

A *WIRE* szerény műszerével közel egy hónapos megfigyelés során 1.27 milliós fényességadatot gyűjtöttek az *Altair*ről. Az adatsor 18 órás szelete a 1.20. ábrán látható. A tízezred magnitúdónál is pontosabb észleléseket elemezve 7 periódust sikerült biztosan azonosítani. E periódusok mindegyike 50 perc és másfél óra közé esik, a fényváltozás amplitúdója pedig egyik frekvencia esetében sem éri el az ezred magnitúdót. A komplex fényváltozás (az illesztett fénygörbe folytonos vonalként látható az 1.20. ábrán) az *Altair* δ *Scuti* típusú oszcillációjával értelmezhető. A felfedezés azért nem érte egészen váratlanul a kutatókat, mert színképtípusa és luminozitása (A7IV–V) alapján az *Altair* a HR-diagramon a pulzációs instabilitási sávnak abban a részében található, ahol a rövid periódusú és zömmel nem-radiális oszcillációt végző változócsillagok vannak.

Vajon még hány fényes csillagról derül ki, hogy mikrováltozó, azaz fényessége ezred magnitúdónál kisebb amplitúdóval változik? A legfényesebb 20 csil-



1.20. ábra. Részlet az Altair fénygörbéjéből

lag több mint fele, 12 már ismert változócsillag. A fotometriai vizsgálatokat végző űrtávcsövek mérései alapján a közeljövőben rengeteg mikrováltozó felfedezése várható. Már működik az aktatáska méretű *MOST*, a kanadaiak első űrszondája, 2006-ban pedig felbocsátják a francia *COROT* űrtávcsövet. E kimondottan fotometriai űrszondákkal tízezred magnitúdónál csekélyebb fényváltozás is kimutatható.

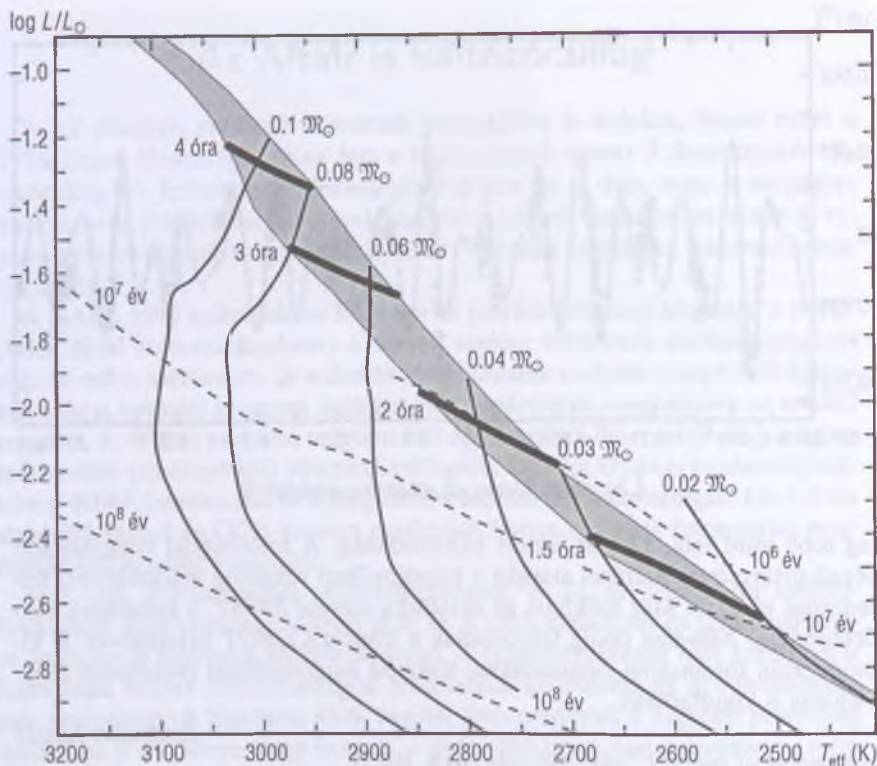
Szabados László

Astrophysical Journal, 2005. február (619, 1072).

A barna törpék is pulzálhatnak

Az asztrofizika ígéretes, új kutatási módszere az asztroszeizmológia, amelynek az a lényege, hogy a csillagokban kialakult rezgések megfigyeléséből következtetnek a csillag belső szerkezetére, a különböző mélységű rétegekben uralkodó fizikai viszonyokra. Az asztroszeizmológia sikerességét az egyre kisebb amplitúdójú oszcillációk kimutatására alkalmas megfigyelőeszközök mellett az is elősegítette, hogy a csillagok szerkezetére és viselkedésére vonatkozó számítások is egyre pontosabbak.

Ilyen asztrofizikai modellszámításokkal legújabban a fiatal barna törpékről mutatták ki, hogy bennük is létrejöhet és tartósan fennmaradhat a radiális pulzáció. Fősorozat előtti csillagok pulzálásának lehetőségét modellszámításokkal már korábban is vizsgálták, sőt a fősorozatra fejlődő csillagok között több esetben ki is mutatták a δ Scuti típusú csillagokéhoz hasonló, kis amp-



1.21. ábra. A deutérium-fúziós instabilitási sáv a Hertzsprung – Russell-diagramon. A sáv alatt a folytonos vonalak a különböző tömegű barna törpék fejlődési útjai. A szaggatott vonalak az azonos korú objektumokat összekötő vonalak (izokronok). A vastag vonalak az azonos fényváltozási periódusú csillagok helyét adják meg

litúdójú oszcillációt. A barna törpék azonban egyáltalán nem ott találhatók a HR-diagramon, ahol a csillagpulzáció természetes jelenség. Igaz ugyan, hogy a — cefeidákat, RR Lyrae és δ Scuti típusú változócsillagokat is tartalmazó — pulzációs instabilitási sávon kívül elhelyezkedő csillagoknál is régóta ismert jelenség a csillagpulzáció (pl. a B színképtípusú, forró csillagok között), de a barna törpék pulzációja minden eddigittől különbözik. Ezt a rezgést ugyanis a kis tömegű „majdnem-csillag” magjában zajló deutérium-fúzió tartja fenn, míg minden eddig ismert egyéb csillagpulzáció a légkör alatti részben ionizált rétegek sugárzásáteresztő képességének hőmérsékletfüggése miatt marad fenn tartósan (ezt hívják kappa-mechanizmusnak az opacitás szokásos jelölése alapján).

A fiatal barna törpék centrumában tehát elég magas a hőmérséklet ahhoz, hogy a deuteron hármas tömegszámú héliummá fuzionáljon, de a hidrogén héliummá történő átalakulásához nincs elég meleg — ezért nem váltak/válnak csillagokká a barna törpék.

A deutérium-fúzió erős hőmérsékletfüggése viszont elindíthatja a barna törpe pulzációját. A hőmérséklet növekedésekor a fúzió felgyorsul, ettől az egész test kitágul, a méretnövekedés során viszont a mag lehűl, ami csökkenti a fúzió ütemét, aminek következtében az égítést összehúzódik. A táglas-összehúzódnás ciklikus ismétlődése pedig nem más, mint a barna törpe pulzációja. A teljesen konvektív égítestre vonatkozó nem-adiabatikus modellek szerint a $0.1 M_{\odot}$ -nyi anyagot tartalmazó barna törpék pulzációs periódusa 5 óra, míg kisebb tömeg esetén szaporább a rezgés: a $0.02 M_{\odot}$ tömegű barna törpe egyórás periódussal pulzál (1.21. ábra).

Ilyen pulzáció azonban csak a fiatal barna törpéknél alakulhat ki, idővel ugyanis annyira lehűl az égítést belseje, hogy a deutérium-fúzió teljesen leáll. A jelenség észlelési igazolásához tehát a fiatal csillagok környezetében levő barna törpék fényváltozását kell keresni. A néhány millió éves csillaghalma-zokhoz tartozó barna törpék közül eddig kettőnél figyeltek meg 1–2 órás periódusú fényességváltozást. A barna törpe forgása miatt periodikus fényváltozást okozhat az égítést felszínén levő folt is, ám óra nagyságrendű tengelyforgási idő esetén az égítést felszínén a mozgás sebessége meghaladná a kb. 100 km/s szökési sebességet. Így valószínűbb, hogy a barna törpék megfigyelt periodikus fényváltozása valóban a pulzáció következménye.

Szabados László

Astronomy and Astrophysics, 2005. március (432, L57).

Új kettős pulzár felfedezése

Az R. H. HULSE és J. H. TAYLOR párosnak Nobel-díjat hozó kettős pulzár, a PSR 1913+16 mellé egy 13 tagú kutatócsoport felfedezte a PSR J0737–3039 pulzárt, amely a kétéves adatsor elemzése szerint egy 22.7 és egy 2.77 ms periódusú páros, amelyek egymást 2.4 óra alatt kerülik meg. A keringés pályamenti sebessége a fénysebesség egytizedét is eléri! Ez már egymagában is figyelemre méltó, de van ennél még érdekesebb tulajdonságuk is. Az ilyen relativisztikus sebességgel mozgó égítetek *geodetikus precessióját* az általános relativitáselmélet írja le. Ez formailag hasonló a Föld forgástengelyének precessiójához, csak hogy itt nem a gömb alaktól való eltérés okozza a forgástengely irányának elmozdulását, hanem a görbült téridő. A számítások szerint

ebben a rendszerben az egyik pulzár tengelye 75 év, a másiké 71 év alatt tesz meg egy teljes kört, ami hihetetlenül rövid idő.

Mai tudásunk szerint a pulzárok impulzusait azért tudjuk megfigyelni, mert a Föld belekerül a pulzárok sugárnyalábjába, ami a mágneses tengelyük irányába mutató két áttellenes kúp. Ha a feltevések igazak, akkor viszont a precesszió során a pulzárral együtt a sugárnyaláb iránya is elmozdul. Ennek alapján az az időszak, amikor a rádióimpulzusokban mindkét pulzár sugárzását együtt észlelhetjük, legfőlegbb 14 év, az alsó határ pedig 4.5 év. A jel alakjának azonban ezen az időszakon belül is észrevehető mértékben változnia kell. Erre az objektumra tehát most nagyon sok új megfigyelést kell végezni, és ezáltal pár év alatt ellenőrizni lehet az általános relativitáselmélet egyik jóslatát. Izgalmas feladat nemcsak a rádiócsillagászoknak, hanem az elméleti asztrofizikusoknak is!

Együttal magyarázatot kaphatunk arra is, hogy ezt a kettős pulzárt miért nem fedezték fel a tíz évvel ezelőtt elvégzett általános felmérés során, hiszen ha már akkor a jelenlegi erősséggel sugároz, látni kellett volna. Tehát felcsillant a reménye annak, hogy időről időre ehhez hasonló, „új” pulzárokat fedezhetünk fel, észlelve azt, amikor „bekapcsol” egy pulzár.

Barcza Szabolcs

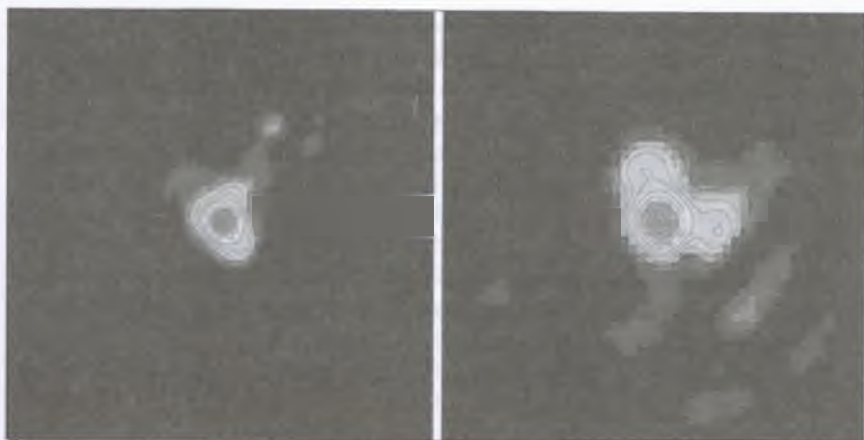
Nature 2004. április.

Porfelhők egy R CrB típusú változó körül

Az amatőr változócsillag-észlelők kedvelt célpontjai közé tartoznak az *R Coronae Borealis* típusú változócsillagok. E szuperóriások jellegzetes fénygörbéje hirtelen elhalványodással kezdődik, amely után a csillag csak lassan – hetek-hónapok alatt – tér vissza eredeti fényességéhez. A minimumba zuhanáskor a csillag fényessége olykor az eredeti érték ezredrészére is csökkenhet, a visszafényesedést pedig újabb minimumok szakíthatják meg.

Az ilyen csillagok fényesség- és színváltozásából már több mint fél évszázada arra következtettek, hogy a jelenséget a csillag körül kialakult grafitfelhők okozzák, amelyek a látóirányba kerülnek, majd lassan széteszlanak. E modell helyességét több közvetett bizonyíték is alátámasztotta. Például olyan tömegvesztési folyamatokat mutattak ki, amelyek során az anyagkiáramlás üteme milliimod $M_{\odot}/\text{év}$ volt; a csillag körüli por színképében pedig az amorf szén (grafit) spektrális jegeit is kimutatták.

A széles körben elfogadott modellt azonban csak most sikerült igazolni az *RY Sagittarii* – a déli ég legfényesebb R CrB típusú változócsillaga – mellett lévő porfelhők közvetlen megfigyelésével. Az ESO chilei VLT távcsőrendsze-



1.22. ábra. Az RY Sgr körüli porfelhők jól láthatók az infravörös hullámhosszakon

szerének egyik 8.2 m átmérőjű reflektorához (Yepun) a NAOS adaptív optikán keresztül csatlakoztatott CONICA képalkotó rendszerrel a diffrakció által meghatározott, legjobb felbontású kép hozható létre a közeli-infravörös ($1 - 5 \mu\text{m}$ -es) hullámhosszakon¹⁸. A keskeny sávú szűrőkkel 1.04 , 2.17 és $4.05 \mu\text{m}$ -es hullámhosszakon készített képeken az RY Sgr körül szabálytalanul elhelyezkedő csomók látszanak, amelyek helyzete időben változik. Az 1.22. ábra jobb oldali felvétele ($4.05 \mu\text{m}$) négy hónappal később készült, mint a bal oldali ($2.07 \mu\text{m}$) kép. Az anyagcsomók tipikus mozgási sebessége alapján nyilvánvaló, hogy a két képen különböző anyagkidobási események során kialakult felhőket látunk. Az RY Sgr körüli porfelhők nagy száma arra utal, hogy az anyagkidobás gyakran előforduló jelenség. Ezt az optikai megfigyelések is alátámasztják: az elmúlt fél évszázadban tíz elhalványodást okoztak az éppen a látóirány mentén kidobott felhők. A porfelhők kialakulásának részleteire és mozgásukra vonatkozóan azonban e néhány kép alapján még nem lehet következtetni.

Szabados László

Astronomy and Astrophysics, 2004. december (428, L13).

18. Csillagászati évkönyv 2003, 202. o.

ható csillagok fényét, ezért egy területen egy adott határmagnitúdónál fényesebb csillagok száma függ attól, hogy mennyi fényelnyelő por van a látóirányban. A Tejútrendszer korongjában a csillagok felületi eloszlásának fluktuációi azt jelzik, hogy a látóirányban fényelnyelő por van. Minél kevesebb csillagot látunk egy irányban, annál több a por. Csillagszámlálással tehát nem csak a csillagok eloszlását térképezhetjük fel, hanem a sötét csillagközi felhőkét is. A galaktikus sötét felhőkről az első és mindmáig legnépszerűbb katalógus 1962-ben jelent meg¹⁹. B. T. LYNDs a Palomar Égboltfelmérés eredeti üveg fotólemezein számlálta meg az egységnyi területekre jutó csillagokat, és a csillaghiányos területek méretét, a felhők fényelnyelő képességét többé-kevésbé szabad szemmel határozta meg.

Az 1990-es években digitalizálták a Palomar Égboltfelmérés felvételeit. Az így létrejött *Digitalizált Égboltfelmérés (Digitized Sky Survey)* képei az interneten bárki számára elérhetők²⁰. A K. DOBASHI vezette japán kutatócsoport elhatározta, hogy a számítógépes feldolgozás lehetőségét kínáló Digitalizált Égboltfelmérés birtokában megismétlik Lynds vállalkozását, és elkészítik a galaktikus sötét felhők katalógusának új változatát. A csillagszámlálást, a felhők méretének, alakjának, fényelnyelő képességének meghatározását az elektronikus képeken jól definiált algoritmusok alapján végezték el. 2005-re el is készült a sötét felhők digitális atlasza, amelynek képei szintén elérhetők az interneten²¹ (10. kép a színes mellékletben), és így kényelmesen és egyszerűen használhatók a csillagközi anyag más módon készült térképeivel való összehasonlításra. A felhőkatalógus a *Publications of the Astronomical Society of Japan* különszámaként jelent meg.

A 2MASS (*Two Micron All Sky Survey*) infravörös égboltfelmérés már egyenesen digitális formában, CCD-kamerákkal készült, és adatbázisa ugyancsak alkalmas a fényelnyelő anyag feltérképezésére. Mivel a 2MASS közeli infravörös hullámhosszain a csillagközi fényelnyelés gyengébb, mint a látható fényben, olyan különösen poros környékeken, mint pl. a galaktikus sík vagy a nagyobb csillagkeletkezési régiók sűrű felhőmagjai, ez az adatbázis nagyobb szögfelbontású térképezésre alkalmas, mint a Palomar-képek.

Kun Mária

Astronomy and Astrophysics, 2005, 432.

Publications of the Astronomical Society of Japan, 2005, 57.

19. B. T. LYNDs: Catalog of Galactic Dark Nebulae. *Astrophysical Journal Supplement Series*, 1962, 4, 1.

20. Például: archive.eso.org/dss/dss.

21. astro.u-gakugei.ac.jp/~tenmon/Atlas/index.html.

Két fok átmérőjű, közeli planetáris köd

A Sloan digitális égboltfelmérés²² spektroszkópiai megfigyelési anyagában sikerült megtalálni a hozzánk valószínűleg legközelebbi planetáris ködöt. A héttagú angol – amerikai kutatócsoportnak nem volt könnyű ilyen különlegeséget kiszűrni a hatalmas nyersanyagból.

Az $l = 248^\circ$, $b = +48^\circ$ galaktikus koordináták irányában – tehát jóval a Tejútrendszer fősíkjá fölött – először az ionizált gáz jelenléte tűnt fel a kutatóknak. A kétszeresen ionizált oxigén (O III) 495.9 és 500.7 nm-es vonalaiban találtak erős fénylést. A tüzetesebb vizsgálat kimutatta, hogy a $H\alpha$ -ban, valamint az ionizált nitrogén (N II) 654.8 és 658.3 nm-es vonalaiban is erős a sugárzás.

A színképvonalak intenzitásának arányai, az egész 2° -os területen mért, közel nulla heliocentrikus radiális sebesség, valamint a diffúz fénylés nagysága és morfológiája arra utalt, hogy közeli planetáris köddel állunk szemben. Ezt a feltevést erősítette meg, hogy éppen a fénylés geometriai középpontjában található a *PG 1034+001* jelű DO típusú fehér törpe. Ez az első eset, hogy az igen forró DO csillagok egyike körül planetáris ködöt is találtak.

A felfedezés elméleti megfontolások alapján nem meglepő. Ma úgy képzeljük el, hogy az *aszimptotikus óriáság* elhagyása után egy csillag fejlődése nagyon felgyorsul²³. Először a *Wolf–Rayet* állapothoz hasonló *PNC csillaggá* válik, amikor intenzív csillagszél indul meg, évenként akár $10^{-4} M_\odot$ anyagot is lefújva a csillagról. Másként mondva a csillag légköre az *Eddington-határon* van, amikor a 200 000–300 000 K hőmérsékletű atmoszférában olyan erős a sugárnyomás, hogy ennek ellenében a nehézségi erő nem képes megtartani a légkör anyagát, s így az folyamatosan távozik. Ahogy a légkör 80 000–100 000 K alá hűl, a PNC csillag elérkezhet a DO állapothoz. Lehet, hogy a planetáris köd révén ezt sikerült felfedezni a kutatóknak – meglátva egy pillantnyi epizódot ebből a gyors csillagfejlődési folyamatból.

Barcza Szabolcs

Astrophysical Journal 2003. december.

22. <http://www.sdss.org>

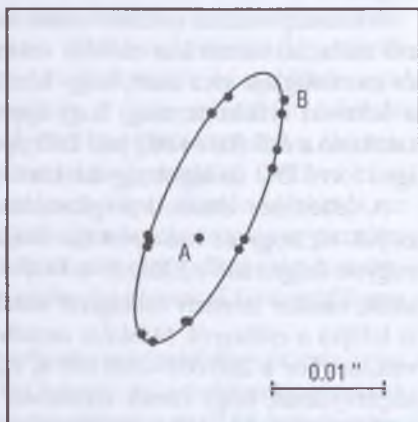
23. KISS LÁSZLÓ: Vörös óriás változócsillagok című cikke ebben a kötetben.

A Plejádok távolsága

A *Hipparcos* asztrometriai űrszonda eredményeinek közzététele, 1997 óta tart a vita a csillagászok között, hogy ténylegesen milyen távol van tőlünk a *Plejádok*. A *Hipparcos* méréseiből ugyanis meglepően kis, 118 ± 4 pc távolságot kaptak, míg a földi távcsövekkel és asztrofizikai módszerekkel a nyílthalmaz rendre 130 pc-nél is távolabbra kerül. Ez azért furcsa, egyben kellemetlen, mert a *Hipparcos* mérései a legpontosabbak az optikai asztrometria eddigi történetében. A legközelebbi nyílthalmaz, a *Hyádok* *Hipparcos*-mérésekből leszarmaztatott távolsága kiválóan egyezik a más módszerekkel kapott távolságértékekkel, de a *Fiastyúk* körül valami nincs rendben²⁴.

Mivel a nyílthalmazok fősorozat-illesztési eljárása fontos szerepet tölt be a Tejútrendszeren belüli távolságmeghatározásban, a *Plejádok* távolságára kapott, egymásnak ellentmondó eredmények nem hagyták nyugodni a szakembereket. Rövid időn belül öt fontos munka jelent meg a *Fiastyúk*, illetve az abban levő egyes csillagok távolságáról. A különböző módszerekkel végzett, új távolságmeghatározások eredményének összhangja alapján immár egyértelmű, hogy a *Hipparcos* adataiból kapott eredmények kiigazításra szorulnak.

A *Plejádok* egyik szabad szemmel is látható csillaga, az *Atlas* vizuális kettőscsillag. Hosszú alapvonalú optikai interferometriával sikerült megállapítani a 290.81 nap keringési periódusú páros asztrometriai pályáját (1.23. ábra). A pálya szögméretéből és az *Atlas* fizikai jellemzőinek (pl. a tömegnek) felhasználásával leszarmaztatott lineáris pályaméretből egyetlen osztással adódik az *Atlas* távolsága: 135 ± 2 pc. Mivel a csillagok tömegére vonatkozó adatokat a csillagászok egy része fenntartással kezeli, egy másik kutatócsoport az interferometriával megállapított asztrometriai pálya mellé meghatározta az *Atlas* pálya menti mozgása során bekövetkező radiálissebesség-változást is, és ez utóbbiból számította ki a pálya lineáris



1.23. ábra. Az *Atlas* vizuális kettőscsillag interferometriai mérésekből kapott pályája

24. Csillagászati évkönyv 1999, 166. o.

méretét. E tisztán geometriai eljárással 132 ± 4 pc-et kaptak az Atlas távolságára.

Egy másik érdekes kettőscsillag is van a Plejádokban, amely (majdnem) tálcán kínálja a halmaz távolságát. A HD 23642-ről 2003-ban derült ki, hogy fedési változócsillag, tehát a látóirány szinte benne van a pályasíkjában. Mivel a HD 23642 spektrumában mindkét komponens színekpvonalai külön látszanak (kétvonalú spektroszkópiai kettős), a két csillag radiális sebességének változásából és a fedési fénygörbe elemzéséből egyszerűen meg lehet határozni a csillagpár távolságát. Az eredmény 132 ± 2 pc. Egy másik csoport hasonló analízissel, de a komponenseket kissé más hőmérsékletűeknek véve 139 ± 4 pc távolságra helyezi a HD 23642-t.

Végül a fősorozat-illesztés új alapokra helyezésével is próbálkoztak. A Hipparcos méréseiből megalkották a Plejádok csillagaival megegyező kémiai összetételű, közeli mezőcsillagokra vonatkozó fősorozatot, és ehhez a kis szórású, fiktív fősorozathoz illesztették a Plejádok megfigyelt fősorozatát. A halmaz távolságára így 134 ± 3 parszek értéket kaptak. Az ötletes eljárás legérdekesebb eleme az, hogy a módszer más csillagokra végzett Hipparcos-mérésekből indul ki, ám így is ellentmondásba kerül a Plejádokra vonatkozó Hipparcos-adatokkal, viszont az eredmény egyezik az egyéb eljárásokkal kapott távolságértékekkel.

Eszerint tehát szó sincs arról, hogy a Hipparcos adatai használhatatlanok lennének. Sőt, továbbra is érvényes az az állítás, hogy a Hipparcos-katalógus tartalmazza a legpontosabb optikai koordinátákat, sajátmozgásokat és trigonometriai parallaxisokat. Hozzá kell tenni viszont, hogy a jelek szerint a közeli fényes csillagokra vonatkozó Hipparcos-méréseket újra kell redukálni, és ennek szükségességét most már az eddig kételkedők is belátták a Plejádok „igazi” távolsága kapcsán.

Szabados László

Nature, 2004. január (427, 299. és 326. o.)

Astronomy and Astrophysics, 2004. május (418, L31), október (425, L45),

2005. január (429, 645. és 887. o.).

Adatok az M15-ről

Az M15 gömbhalmaz középpontjától $10''$ -en belül 237 halmaztag sajátmozgását mérték meg a Hubble-űrtávcső segítségével. Ezeknek a csillagoknak a radiális sebességét már korábban ismerték. A sajátmozgás és a radiális sebesség összevetéséből pedig meghatározható a halmaz távolsága. A módszer azon alapszik, hogy a csillagok sajátmozgásában a sebességértékek szórása (a

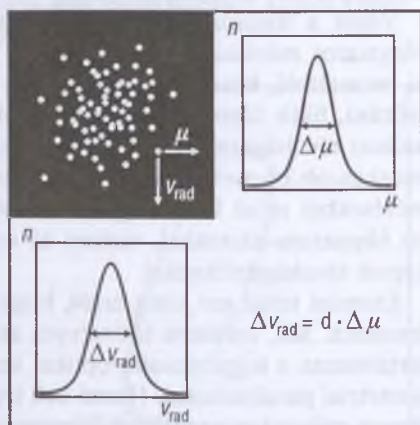
csillag távolsága km egységekben szorozva a sajátmozgásoknak szórásával radián/másodperc egységekben) ugyanakkora, mint a radiális sebesség szórása – az így kapott értéket dinamikus távolságnak is nevezik. A módszer lényegét az 1.24. ábra szemlélteti. Ha a csillagok mozgása csak véletlenszerű szórást mutat az átlagos v_{rad} , μ körül, akkor $\Delta v_{\text{rad}} = \Delta \mu d$, ahol d a halmaz távolsága. A 237 csillag megfigyeléséből Δv_{rad} km/sec, $\Delta \mu$ radián/sec egységekben ismert, így a fenti összefüggés d -t km egységekben adja meg.

Az eredmény 9.98 ± 0.47 kpc, ami alig tér el a más módszerekkel nyert 10.4 kpc távolságértéktől. Ez az újabb mérés megerősítette, illetve finomította a halmaz korábban ismert adatait, tovább súlyosbítva a korábban is meglévő ellentmondásokat.

A legtöbb gondot a 13.2 milliárd éves kor okozza, mert az ősrobbanásos világmodellekben a világegyetem korát csak az utóbbi időkben sikerült 13.4 milliárd évre növelni. A Tejútrendszerben az M15 a legöregebb objektum, de az elképzelhetetlen, hogy az ősrobbanás után mindössze 200 millió évvel már kialakult volna az első gömbhalmaz.

Az új távolság felhasználásával a halmaz 62 RR Lyrae csillagának átlagos abszolút fényessége $M_V = 0^m 51 \pm 0^m 11$. Ez $0^m 2$ -val nagyobb fényesség, mint amit a galaktikus mező M15-höz hasonlóan fémbíányos RR Lyrae csillagainál mértek. Ha viszont a mező RR Lyrae csillagainak átlagfényességét fogadjuk el kiinduló értéknek, és feltesszük, hogy a halmazban is ilyenek vannak, akkor a halmaz „közelebb kerül” hozzánk. Ez az extragalaktikus távolságskála rövidülését, a Hubble-álladó növekedését és az univerzum korának csökkenését vonja maga után. Ezáltal ismét öregebbé „válík” az M15, mint az ősrobbanásos modellben az univerzum, ami nyilvánvaló képtelenség.

A megfigyelések és az elvégzett n -test szimulációk mellékterméke, hogy az M15 tömege mintegy $4.5 \cdot 10^5 M_{\odot}$. Ezt úgy kapták, hogy kiszámították az össztömeg függvényében a várható sebességszórásértéket (a megfigyelt sebesség várható szórását), és összevetették a 237 csillagnál tapasztalt értékkel.



1.24. ábra. A dinamikus távolság meghatározása (magyarázat a szövegben)

Sötét anyagból álló „galaxis”

A Virgo-halmazban egy olyan, gravitációsan kötött képződményt fedeztek fel, amelynek tömege a Tejútrendszerének kb. tizedrésze, csillagokat azonban gyakorlatilag nem tartalmaz. Szinte kizárólag sötét anyagból áll, amelynek jelenlétére a semleges hidrogénatomok 21 cm-es hullámhosszú rádiósugárzása alapján, a rotációs görbét kimérve következtettek. A színképvonalak hullámhosszának Doppler-eltolódása alapján a gáz látóirányú sebességét meg lehet mérni – ahogy teszik azt normális galaxisok esetén is. A megfigyelt keringési sebességhez tartozik egy megfelelően nagy tömeg, amelynek vonzása egyben kell tartsa a galaxist: enélkül a képződmény „szétszakadna”. Ami ebből a tömegből látszólag hiányik, azért az úgynevezett sötét anyag a felelős. (Természetesen maguk a hidrogénfelhők nem tekinthetők „sötétnek”, mert bár a látható fény tartományában nem világítanak, rádiósugárzásuk azért elárulja őket.) A sötét anyagot elektromágneses sugárzás révén nem figyelhetjük meg, csak tömegvonzása alapján következtethetünk létezésére. A jelenleg elfogadott kozmológiai modellek szerint a világegyetemben nagyjából hatszor annyi sötét anyag van, mint világító, barionos anyag. Nem meglepő hát, hogy a galaxisok keletkezésére és fejlődésére vonatkozó modellekben kitüntetett szerepe van a sötét anyagnak. Valójában ennek a csomósodásai alakíthatták a világegyetemet ma megfigyelt szerkezetét. A sötét anyaggal együtt, a tömegvonzás hatására koncentrálódo barionos anyag – mint a viharos Balaton hullámai – tetején a fehér taraj – rajzolja ki az általunk látott univerzumot, mivel a csillagokban az összehúzódnás során be tudott indulni a fúziós energiatermelés.

Az 50 millió fényévnyi távolságban levő *Virgo HI21* jelű objektum bizonyára nem az egyetlen „félresikerült” galaxis, csakhogy meglehetősen nehéz lehet ilyeneket találni. A feltételezések szerint a világegyetemben számos olyan tömegkoncentráció lehet, ahol nem tudott beindulni a csillagok keletkezése: ezek a „galaxisok” megrekedtek sötét állapotukban.

Frey Sándor

Astrophysical Journal, 2005. március.

Az NGC 1068 központi tórusza

Az aktív galaxismagok számos látványos, régóta ismert, nagy energiájú jelenséget produkálnak. A központi, nagy tömegű fekete lyuk környezetéből induló relativisztikus plazmanyalábok rádió-, röntgen-, esetenként gamma-sugárzást bocsátanak ki. A galaxismag aktivitását tápláló anyagbefogási korong

felelős az ultraibolya sugárzásért, belső széle pedig olyan forró, hogy a röntgentartományban észlelhető. Kicsit távolabb, a nagy sebességgel keringő ionizált gázfelhők széles emissziós színképvonalakat produkálnak²⁵. Alapvető működési mechanizmusuk feltételezett hasonlósága ellenére az aktív galaxismagok mégis változatos formákban jelennek meg a megfigyelő számára. Hogy éppen milyenben, az nagyban függ a látóirányhoz viszonyított elhelyezkedésüktől. Ennek oka térbeli felépítésükben rejlik. „Felülről”, azaz nagyjából a fekete lyuk és az anyagbefogási korong forgástengelyének irányából nézve betekinthetünk a középpont közvetlen környezetébe. A fekete lyuk vidékét elhagyó nyalábok egyikének — a felénk mutatónak — a sugárzása relativisztikus hatások miatt jócskán felerősödik, miközben a távolodó nyaláb a legtöbbször észrevehetetlenné halványodik. Ilyen, közel a szimmetriatengelyükkel felénk mutató aktív galaxismagok pl. a *kvázárok* vagy az 1. típusú *Seyfert-galaxisok*.

„Oldalról”, a szimmetriasík irányából nézve a központi fekete lyuk környékét főleg porból álló korongok vagy tóruszok takarják el. Ezek a belülről jövő energiát elnyelik, s az infravörös tartományban sugározzák tovább. Eddig közvetett bizonyítékok alapján tudtuk, hogy a porfelhők néhány parszek távolságban övezhetik az aktív galaxismagok középpontját. Infravörös interferometrikus mérésekkel most sikerült először egy ilyen, 2.1 pc vastag és 3.4 pc átmérőjű tóruszt közvetlenül is megfigyelni. A viszonylag vékony korong ebben az esetben tehát kizárható.

A közeli — 14.4 Mpc távolságra levő —, *NGC 1068* jelű, 2. típusú Seyfert-galaxis központi tóruszát két modellkomponens segítségével sikerült jól leírni. Egy forró, 800 K-nél is nagyobb hőmérsékletű, belső, kompakt összetevőt, és egy 320 K hőmérsékletű, kiterjedtebb alakzatot találtak. Bár a felbontás ehhez nem elegendően nagy, feltételezik, hogy a tóruszban a por és gáz nem egyenletesen oszlik el, hanem különálló felhőkben koncentrálódik. A legérdekesebb következtetés talán az, hogy a tórusz anyagában a mozgási energia folyamatos utánpótlására van szükség ahhoz, hogy az a galaxismag aktivitásának idején végig fennmaradhasson, s a tömegvonzás hatására ne hulljon be a központi fekete lyukba. Az energiapótlás mechanizmusa nem ismert, de például a központi vidéken aktív csillagkeletkezést feltételezve magyarázható volna.

Frey Sándor

Nature, 2004. május.

25. Részletesebb információk: *Csillagászati évkönyv 2003*, 222. o.

Fekete lyukak a korai univerzumban

Egyre több jel mutat arra, hogy a világegyetem keletkezése utáni egymilliárd év már elegendő volt az aktív galaxismagokban található, nagyságrendileg milliárd naptömegnyi fekete lyukak keletkezéséhez, működési mechanizmusuk pedig azóta is változatlan. A legtávolabbi ($z = 6$ vöröseltolódás körüli) ismert kvazárok közül jó néhányat a *Sloan Digitális Égboltfelmérés (SDSS)* keretében fedeztek fel az elmúlt évek során. Ezeket azóta más eszközökkel és más hullámhossztartományokban is vizsgálták a csillagászok, így egy sor érdekes újdonságot tudtak meg róluk²⁶. Két ilyen, különösen távoli kvazárt (*SDSS J1306+0356*, $z = 5.99$ és *SDSS J1030+0524*, $z = 6.30$) a *Chandra* és az *XMM-Newton* röntgen-űrtávcsövekkel figyeltek meg. Kiderült, hogy röntgensugárzásuk energiaszórása (színképe) lényegében nem különbözik a hozzánk sokkal közelebbi, vagyis alacsonyabb vöröseltolódású kvazárokétól.

Más, hasonlóan távoli kvazárok infravörös emissziós színképvonalait a Hubble-űrtávcsővel vizsgálták. (A kvazárokhoz rögzített rendszerben – a nagy vöröseltolódás miatt – ezek a vonalak eredetileg az ultraibolya tartományba estek.) A vonalak erősségéből a vas és a magnézium előfordulásának arányára tudtak következtetni, amely közel ugyanakkorának, vagy éppen nagyobbak adódott, mint a Napra jellemző érték. Úgy tűnik, hogy a kvazárok fémtartalmában egészen $z = 6$ -tól gyakorlatilag nincs változás. Ha ez így van, akkor a magasabb rendszámú elemeket a korai galaxisokban hamar „szétszóró” Ia típusú szupernóvák szülőcsillagainak a $z = 20$ körüli korban kellett kialakulniuk. A legújabb elképzelések szerint a galaxisok fejlődése során az első, gyors lefolyású csillagkeletkezési folyamat megelőzhette a központi fekete lyukak létrejöttét és a galaxismag aktivitásának beidulását.

A csillagközi porról úgy tudtuk, hogy főleg kis tömegű, egymilliárd évnél idősebb csillagok légkörének külső vidékén keletkezik. Csakhogy újabban jelentős mennyiségű porra utaló jeleket találtak néhány rendkívül távoli kvazár anyagalaxisában. A korai univerzumban a por szupernóva-robbanások nyomán keletkezhetett. Az *SDSS J1048+4637* kvazárra ($z = 6.19$) az infravörös tartományban mért elnyelési görbe jól egyezik azzal, amit II. típusú szupernóvák esetén várnánk a megfigyelések és a modellszámítások alapján. A legtávolabbi kvazároknál a por keletkezési módja és így jellemzői is mások (a szemcsék például kisebb méretűek, mint $z < 4$ esetén).

Frey Sándor

Astrophysical Journal, 2003. április, 2004. augusztus, november;

Nature, 2004. szeptember.

26. Csillagászati évkönyv 2004, 192. o.

Felső korlát a gravitációs állandó változására

A fehér törpék egy része *ZZ Ceti* típusú oszcillációt végez. Úgy mondjuk, hogy ez *g-módusú pulzáció*, ami azt jelenti, hogy az egyensúlyi állapotba visszatérítő erő a gravitáció. Úgy kell elképzelni a jelenséget, mint az óceánok hullámzását: az egyensúlyi helyzet a tükörsima vízfelület, ezt a szél megzavarja, s a magasabbra került hullámtaréjakat a nehézségi erő téríti vissza az egyensúlyi helyzet felé. Ilyen hullámmozgás összenyomhatatlan folyadékokban tud kialakulni, s a fehér törpék külső rétegei közelítőleg éppen ilyenek.

A fehér törpék külső rétegeiben a rezgésre vezető mechanizmus ugyan nem teljesen ismert (biztosan nem szél), de az egyensúlyi állapot körüli rezgési frekvenciák értéke a Newton-féle γ gravitációs állandótól is függ. Ha figyelembe vesszük az egyéb hatásokat (a fehér törpe hűlése és gravitációs összehúzódása), a frekvenciát meghatározó következő hatás a γ esetleges időbeli változása.

A *G117–B15A* jelű fehér törpe $P = 215^{\pm 2}$ alapfrekvenciával rezeg, ennek időbeli változását $\dot{P} = (2.3 \pm 1.4) \cdot 10^{-15} \text{ s} \cdot \text{s}^{-1}$ -nek találta egy kutatócsoport. Két lengyel csillagász ebből az adatból kiszámította, hogy a $\dot{\gamma}/\gamma$ hányados abszolút értéke kisebb, mint $4.10 \cdot 10^{-10}$ évenként. Eszerint a gravitációs állandó tényleg állandónak tekinthető, ami az általános relativitáselmélet számára jó, konkurens gravitációs elméletek, például a Brans–Dicke-féle skalár-tenzor elmélet számára rossz hír. Mindez példa olyan távoli tudományterületek gyümölcsöző összekapcsolódására, mint a gravitáció és az asztroszeizmológia elmélete.

Barcza Szabolcs

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 2004. május.

Érdemes megjegyezni: RAVE

A néhány évig tartó, nagy égfelmérő programok – amelyeknek eredményei olykor alapvetően megváltoztatják csillagászati ismereteinket – mára már megszokottakká váltak. Elég csak a *Hipparcos*, a *2MASS* vagy az *SDSS* hatalmas projektjeire utalni. Jellemző az is, hogy az ilyen égfelméréseket már azok végrehajtása során nagy érdeklődés övezi. Akad azért kivétel is: a 2003-ban megkezdett *RAVE* projekt csendben folyik, még a csillagászok közül sem sokan hallottak erről az égfelmérésről, ami 2010 táján várhatóan bekerül a média vezető tudományos hírei közé is.

A RAVE jelentőségének megértéséhez emlékeztetünk arra, hogy a csillagok térbeli helyzete és mozgása hat adattal írható le. A helyzet a két éggömbi koordinátával és a parallaxisból adódó távolsággal jellemezhető, a térbeli sebességet pedig a két koordináta-irány menti sajátmozgás és a látóirányú sebesség vektoriális összegzése adja. (Megjegyzendő, hogy a sajátmozgás sebességé alakításához ugyancsak szükség van a távolság ismeretére.) Míg az első öt adat asztrometriai módszerekkel többé-kevésbé pontosan mérhető, a hatodik adat – a látóirányú sebesség – a legtöbb csillagra hiányzik. A RAVE (*Radial Velocity Experiment*) ezt a tarthatatlan állapotot igyekszik megszüntetni.

A radiális sebességet évtizedeken át a csillagokról egyenként felvett színképekben kellett meghatározni. Ezt az időigényes mérést néhány éve felváltotta a *sokobjektum-spektroszkópia*, amelynek az a lényege, hogy a távcső látómezőjében levő több tucat vagy több száz egyedi objektum fényét külön-külön optikai szálakkal vezetik a spektrográf bemenetéhez.

A német vezetéssel és vagy tíz további ország csillagászainak közreműködésével zajló RAVE keretében az ausztráliai Siding Spring Observatorium 1.2 m-es UK Schmidt-távcsövére szerelt optikai szál as sokobjektum-spektrográffal 2010-ig egymillió csillag radiális sebességét határozzák meg. Ehhez minden derült éjszakán nagyjából 20 000 csillagról kell színképet készíteni! A látóirányú sebesség értékén kívül a kapott színképrészletekből (csak a 840–875 nm közötti tartományt vizsgálják, amelyben jellegzetes kalciumvonalak vannak) a programcsillagok fémtartalmára is következtetni lehet.

A látóirányú sebességet ilyen tömeges mérésekből csak 1 km/s pontossággal tudják meghatározni, ami messze elmarad az exobolygók kimutatásánál már megszokott néhány m/s pontosságtól. De a RAVE célja nem is a pontossági rekord elérése vagy áttörése, hanem a Tejútrendszer szerkezetének, a galaxisunkat alkotó egyes alrendszereknek minél teljesebb feltérképezése. Olyan kérdések is tisztázhatók lesznek, mint az, hogy hol és milyen mértékben hajlik galaxisunk fősíkjá, vagy hogy hogyan indulnak ki a spirálkarok a Tejútrendszer közepét átszelő küllőből.

Szabados László

www.rave-survey.aip.de/rave

Illés Erzsébet

Holdak a Naprendszerben

Bevezetés

A 60-as években még azt hittük, hogy az óriásbolygók körül keringő holdak is olyanok lehetnek, mint a mi Holdunk, és telítettségig tele vannak kráterekkel. Azóta azonban nagyon megváltozott a Naprendszer holdjairól alkotott képünk. A naprendszer-keletkezési elméletek a 70-es évek közepén mutattak rá arra, hogy a beinduló magfúzió miatt felforrósodó Nap a körülötte megmaradt gáz- és porfelhőt is felfűtötte. Emiatt ennek a *szoláris ködnek* a Naphoz közel lévő porszemcséiből az *illó anyagok*¹ gyorsan elpárologtak, és ezt a gáz halmazállapotú anyagot a napszél kifújta a kialakuló Naprendszer belső teréből. A Naphoz közelebbi tartományok tehát illó anyagokban nagyon elszegényedtek. A *bolygókezdemények*, *planetezimálok* összeállásában pedig csak szilárd szemcsék vesznek részt. Ezért állnak főként *szilikátokból*, és ezért tartalmaznak kevés illó anyagot a Föld típusú bolygók, valamint a Hold.

A Naptól távolodva a szoláris köd egyre ritkább volt, így egyre kisebb bolygók kialakulására volt elegendő az anyag. A Naptól távolodva azonban a szoláris ködnek a hőmérséklete is egyre alacsonyabb, és abban a távolságban, ahol már elég hideg volt a víz kicsapódásához, a szemcsék száma ugrásszerűen megnőtt. Az ennél távolabbi tartományban már a világegyetem leggyakoribb molekulája, a H_2O is részt vehetett — jég szemcsék formájában — a bolygókezdemények felépítésében. Ehhez a határhoz közel tudott kialakulni a legnagyobb óriásbolygó, a Jupiter. Ettől kifelé a szemcsesűrűség megint folyamatosan csökkent, tehát nagyobb távolságban kisebb bolygótestek felépülésére volt elegendő az anyag. A szoláris ködből jelentős mennyiségű gázt csak az óriásbolygók tudtak magukhoz kötni, de azok is csak az összeállás későbbi fázisában, amikor a már kellően nagy tömegű mag tömegvonzása meg tudta tartani a környezetükben maradt gázt.

A *Cassini program* egyik legfontosabb eredményét a Szaturnusz-légkör összetételének meghatározása adta. A metán részarányából megállapították,

1. Planetológiában illónak nevezünk minden olyan anyagot, amely földfelszíni körülmények között gáz halmazállapotú.

2.1. táblázat: Egyes ásványok kristályosodási hőmérséklete [1.]

T (K)	Vegyületek, reakciók	Ásványok
1600	CaO, Al ₂ O ₃ , ritkaföldfém-oxidok	oxidok
1300	Fe–Ni ötvözet	Fe–Ni fém
1200	MgO + SiO ₂ → MgSiO ₃	ensztatit
1200–490	Fe + O → FeO, FeO + MgSiO ₃	olivin
1000	alkáli oxidok + Al ₂ O ₃ + SiO ₂	földpát
680	H ₂ S + Fe → FeS	troilit
550	Ca-ásványok + H ₂ O	tremolit
425	Olivin + H ₂ O	szerpentin
175	H ₂ O-jég kristályok	vízjég
150	NH ₃ gáz + H ₂ O jég → NH ₃ ·H ₂ O	ammónia-hidrát
120	CH ₄ gáz + H ₂ O jég → CH ₄ ·7H ₂ O	metán-hidrát
65	metán, argon kristályosodik	metán-jég, argon-jég

hogy a Szaturnusz anyagában 7-szer gyakoribb a szén a hidrogénhez képest, mint a Napban. Ez egyértelműen bizonyítja, hogy nem a szoláris köd gáz- és poranyagának egyszerű gravitációs összeomlásával indult meg a Szaturnusz keletkezése, hiszen ekkor a bolygó összetételének a Napéval kellene megegyeznie. Először tehát a bolygó magja állt össze szilárd szemcsékből, és csak ezután gyűjtötte maga köré a környezetében még megmaradt gázt. Nagyon valószínű, hogy a Szaturnusznál kisebb Uránusz és Neptunusz keletkezése is hasonlóképpen, magképződéssel indulhatott meg. A Cassini vizsgálatait megelőzően nem lehetett választani e kétféle bolygókeletkezési modell közül. A nagyobb tömegű Jupiter esetére viszont ebből a mérésből nem lehet következtetést levonni, így az nem dőlt még el, hogy a legnagyobb bolygóra melyik keletkezési modell a helyes.

Jégholdak az óriásbolygók körül

1975-ben jelent meg a témában alpműnek számító Lewis – Barshay-féle táblázat (2.1. táblázat), amely megadja, hogy az egész Naprendszer alapanyagául szolgáló szoláris ködből egyensúlyi állapotban milyen hőmérséklet határok között kristályosodnak ki az egyes anyagok [1.]. A holdakra is igaz, hogy minél nagyobb naptávolságban – vagyis minél hidegebb környezetben – keletkeztek, anyagukban annál több illó anyag jege csatlakozott a szilikátokhoz. A Jupiter távolságában még legnagyobbbrészt csak a víz jege adódott hozzá a szilárd anyagokhoz, de minél messzebb megyünk a Naptól, annál több az egyre

alacsonyabb hőmérsékleten kifagyó, egzotikus jegek (szén-dioxid, ammónia, metán, szén-monoxid, nitrogén, argon és egyéb nemesgázok) mennyisége.

Ha megméri, hogy egy égitestben mennyi a nemesgázok aránya a hidrogénhez képest, akkor megmondható, hogy milyen hőmérsékleten összeállt bolygókezdemények építették fel. A nemesgáz/hidrogén arány alapján állították a *Halley-üstökösről* 1986 után, hogy körülbelül 40 AU távolságban alakulhatott ki. Ugyanezen alapul az az új állítás is, hogy a Jupiter esetleg a jelenlegi helyénél távolabb keletkezett. A *Galileo-űrszonda* ugyanis a Jupiter légkörében 2–2.5-szer annyi xenont, argont és neont mért, mint amennyi a jelenlegi naptávolságnak megfelelő helyen várható lenne. Ebből arra következtettek, hogy a Jupiter-rendszer nagyobb naptávolságon keletkezhetett, és később, a pálya lassú zsugorodása miatt került a mai távolságra. A másik lehetséges magyarázat, hogy a bolygókeletkezés idején az ő-Nap környezete hidegebb volt, mint azt a mai elméletek feltételezik. Az eddigi mérések még nem tudnak választani e két lehetőség közül, bár más bolygórendszerekben a csillaghoz nagyon közel talált óriásbolygók² inkább az első elmélet esélyeit növelik.

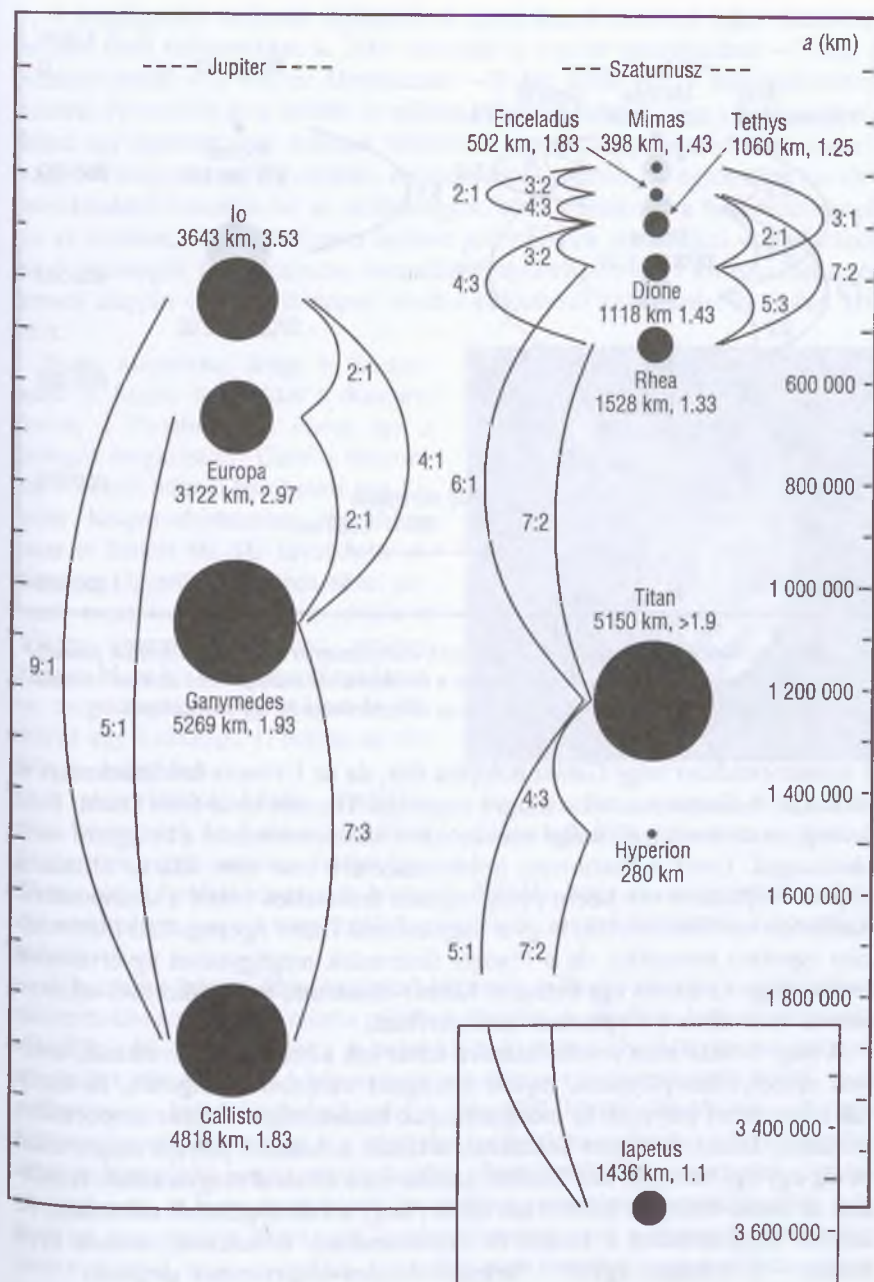
Az óriásbolygók holdjai tehát nem lehetnek tiszta szilikát testek. A Jupiter holdjaiban főleg vízjég és némi ammónia csatlakozhat a szilikátokhoz. A Szaturnusz és az Uránusz távolságában már a metán-jég is hozzáadódhat a holdak anyagához, a Neptunusznál és Plútónál pedig a nitrogén-jég is lényeges alkotóelem lehet. A jégholdaknál eddig az ammóniát sem szilárd sem gáz halmazállapotban nem mutatták ki, de a metánt és a nitrogént igen. Ezeknek a gázoknak a molekulái képesek beépülni a vízjég kristályrácsának hézagaiba, és csak akkor válnak szabaddá, ha a vízjég elolvad. Az ilyen, kristályrácsba zárt idegen molekulákat tartalmazó anyagot *kalitkavegyületnek* (*klatrátnak*) nevezzük. A Föld sarkvidéki óceánjainak a mélyén is nagy mennyiségben található hasonló szerkezetű anyag, a metán-hidrát.

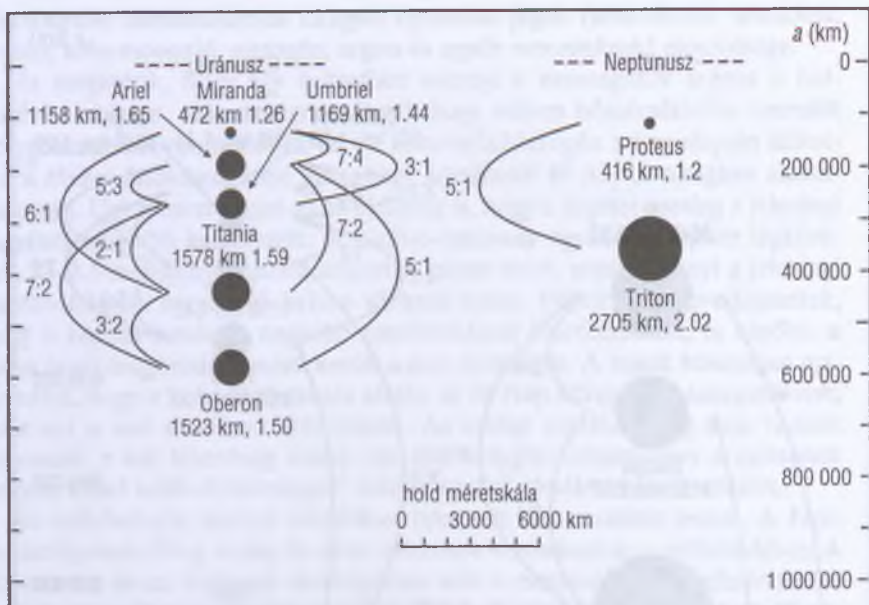
A holdrendszerek általános tulajdonságai

A belső Naprendszerben csak a Földnek és a Marsnak van holdja, az óriásbolygók körül viszont sok hold kering, ezek igazi holdrendszereket alkotnak. Az óriásbolygók holdrendszereiben legbelül, a bolygóhoz közel néhány kicsi hold kering, szabályos pályán. Ezek porlása szolgáltatja az óriásbolygók porgyűrűit [2.].

Kissé távolabb következnek a szabályos pályán mozgó nagy holdak (2.1. ábra), amelyeket reguláris holdaknak is nevezzünk. Ezek általános vélemény szerint a Naprendszer keletkezése idején, a bolygóval együtt alakultak ki a bolygó körül megmaradt por- és gázanyagból összeállva. Ez a magyarázat leginkább

2. Lásd például a *Megmérték egy exobolygó sugárzását* című hírt.





2.1. ábra. Az óriásbolygók reguláris holdjainak méretarányos rajza és a közöttük fennálló keringési rezonanciák. A távolságok (a) és a holdátmérők skálája nem azonos! A hold neve mellett az átmérője (km) és az átlagsűrűsége (g/cm³) is szerepel.

a Jupiter-rendszer négy Galilei-holdjára illik, de az Uránusz holdrendszerét is jól leírja. A Szaturnusznál a kiugró nagyságú Titanon kívül több kisebb hold kering, de ezeknek a sűrűsége nem csökken szisztematikusan a bolygótól mért távolsággal. Ezért a Szaturnusz holdrendszerére már nem illik az általános kép. A Neptunusz rendszere pedig teljesen érthetetlen ebből a szempontból. Korábban azt feltételezték, hogy a nagy méretű *Triton* egy reguláris holdrendszer egyetlen maradáka, de a *Voyager* űrszondák megfigyelései egyértelművé tették, hogy ez a hold egy befogott Kuiper-objektum, és keletkezését tekintve semmi köze nincs a Neptunusz rendszeréhez.

A nagy holdak után tovább haladva kifelé sok kisebb hold következik, amelyek szabálytalan pályákon, olykor retrográd irányban keringenek, és közülük sokat lehet pályájuk és mozgásirányuk hasonlóságai alapján csoportokba rendezni. Ezeket befogott holdaknak tekintik, a hasonló pályájú csoportokat pedig egy-egy befogott test későbbi szétDarabolódásával magyarázzák. Korábban az összes befogott holdról azt hitték, hogy a kisbolygóövből származik, de amióta megkezdődött a Kuiper-öv objektumainak felfedezése, számos ilyen holdat – a Tritonnal együtt – befogott Kuiper-objektumnak tartanak.

A megfigyelési technika fejlődésével egyre kisebb testeket lehet észrevenni már földi műszerekkel is. 2005 tavaszán a Jupiter távolságában ~ 3 km, a Szaturnusznál ~ 15 km, az Uránusznál ~ 30 km körül volt a felfedezhetőség határa. Felvetődik az a kérdés is: milyen méretnél húzzuk meg a határt, amely felett egy égitestet már holdnak tekintünk, alatta pedig meteoritikus testnek vagy porszemcsének? Egyáltalán, mi érdekes van abban, ha egyre több kis törmelékholdat fedezünk fel az óriásbolygók körül? Ezeknek a felfedezéseknek az az értelme, hogy a befogott holdak jellemzőinek statisztikai vizsgálatából az óriásbolygók keletkezésére, összeállási folyamataira lehet következtetni, és ennek alapján esetleg választani lehet a különböző keletkezési modellek között.

Nagy szerencse, hogy a Szaturnusz is fogott be holdat a Kuiper-övből, a Phoebét (2.2. ábra), így a bolygót megközelítő Cassini űrszonda közelről lefényképezhetett egy kisebb Kuiper-objektumot, és ehhez nem is kellett 40 AU távolságra elmennie. Ugyanolyan szerencsével járunk most is, mint annak idején a Viking űrszondák esetében, amikor azok a Mars kis holdjait lefényképezve megmutatták, hogy milyen is közelről egy kisbolygó (Phobos az évkönyv címlapján).



2.2. ábra. A Szaturnusz Phoebe nevű holdja befogott Kuiper-objektum (Cassini)

A nagy holdak között általában nem keringenek kis holdak (ez alól a Szaturnusz-rendszerben a Tethys és a Dione trójai holdjai jelentenek kivételt). Kérdés, hogy ez megfigyelési szelekció eredménye, vagy a nagy holdak gravitációs zavaró hatásának a következménye.

A holdak a felszíni fényvisszaverő-képesség (*albedó*) alapján is ugyanolyan csoportokba sorolhatók, mint a pályájuk alapján. A reguláris holdak világosak, albedójuk 40–100% közötti. A belső kis holdak és a távoliak viszont többnyire sötétek, fényvisszaverő-képességük mindössze néhány százalék körüli, csak a Szaturnusz belső holdjainál mértek 30–40% körüli albedót, de a bolygó holdrendszerében ezek így is a sötétebb kategóriába tartoznak. Az űrszondák által csak távolból megfigyelt kis holdak albedóértékei természetesen elég bizonytalanok. A bolygóhoz közeli kis holdak eredetének magyarázatára még kísérlet sem történt. Mindegyik holdrendszerben ezek a legsötétebbek, tehát nem valószínű, hogy a reguláris holdkeletkezés termékei vagy melléktermékei.

Különleges módon keletkezett holdak

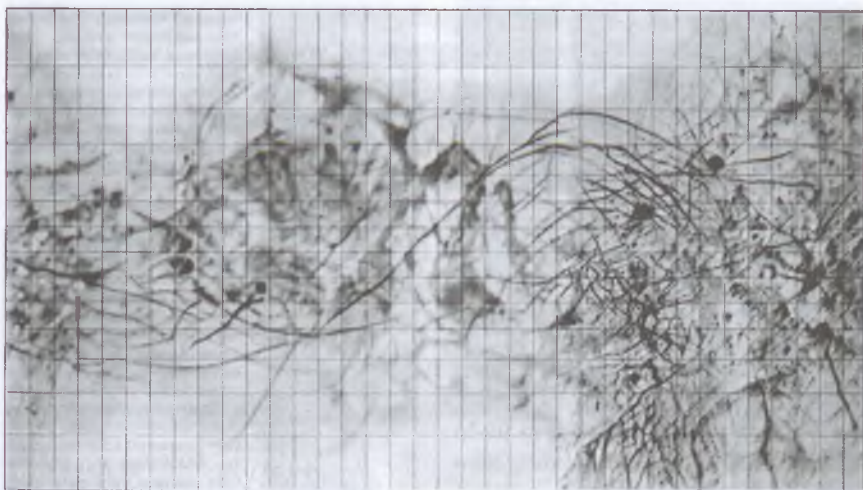
A Mars mindkét holdja befogott kisbolygó. A Föld kísérőjének, a Holdnak az anyagát pedig részben a Föld anyagából szakította ki egy Mars méretű test érintőleges ütközése a bolygókeletkezés előrehaladott fázisában, amikor a Föld anyaga már túl volt a belső megolvadáson és a sűrűség szerinti rétegződésen. Az ütközés által szétszórott kéreg- és köpenyanyag – a becsapódó test kéreg- és köpenyanyagával keveredve – kezdetben gyűrűt alkotott a Föld körül, és idővel ebből a gyűrűből állt össze a Hold. Az ütközés hője által elpárologtatott illó anyagot a napszél kifújta, ezért a Hold száraz, nagyrészt szilikátokat tartalmaz, és csak egy kicsi maghoz elegendő vas található benne. Keletkezését a véletlennek köszönheti, nem a Naprendszert létrehozó szabályos – reguláris – kozmogóniai folyamatnak, ezért nem tekintjük reguláris holdnak.

Hasonló óriási ütközést tételeznek fel a Plútó holdjának, a *Charonnak* a keletkezésére, tehát az szintén nem reguláris hold. A spektrális megfigyelések szerint ugyanis a Plútó felszínén metán- és nitrogénjég van, ezzel szemben a Charon felszínén csak vízjég található, ami az ottani hőmérsékleten „száraz” anyagnak számít. Tehát – ahogy a Holdon nincs víz és jég – a Charon anyagában sincs az ottani hőmérsékletnek megfelelő illó anyag.

A felszíni formák

A Hold felszínét a becsapódásos alakzatok uralják. Kétféle fő felszíntípust látunk rajta: világos színű felföldeket (*terra*) és sötét tengereket (*mare*). A felföldek telítettségig tele vannak kráterekkel, de az innenső oldal tengereinek területén is hatalmas, ősi becsapódási medencéket töltött fel később a Hold kérge alól előtört megolvadt kőzet. A *Clementine* űrszonda szisztematikus magassági térképezése (6. kép a színes mellékletben) mutatta ki, hogy a magassági viszonyok megőrizték sok nagy ősi becsapódás nyomát is. Ezek a becsapódások a 4 milliárd évvel ezelőtti nagy bombázási időszakban érték a Holdat. A Naprendszer kialakulása során, mintegy 4 milliárd évvel ezelőtt ugyanis már számos óriásira nőtt bolygókezdemény keringett a Nap körül. További növekedésükben, a Naprendszer jelenlegi égitestjeinek kialakulásában már e testek egymással való ütközése vette át a főszerepet. A Holdon megtalálták ezeknek az ősi becsapódásoknak a nyomait, a hatalmas, teljesen lekopott kráterek formájában. Hasonlóknak a megtalálására más égitesten nem sok esély van, mert a többi nagy égitesten azóta mindenütt újraképződött a felszín, azok a felszínek tehát sokkal fiatalabbak, mint a mi Holdunké.

A külső Naprendszer holdjai közül a felszíni formákat tekintve aktív kénvulkánjaival az *Io* a legkülönösebb. Több száz vulkáni centrum, kaldera van a



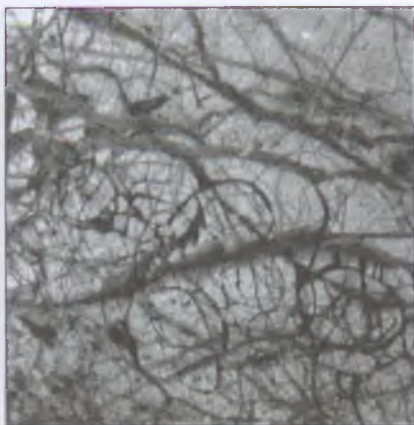
2.3. ábra. Az Europa repedései (Voyager-felvételek alapján készített hengervetületű térkép)

felszínén, de egyetlen becsapódásos krátert sem találtak még. Eszerint a felszíne nagyon fiatal, nem lehet több egymillió évesnél. Színét a kén határozza meg (4. kép a színes mellékletben). A fehér foltokat a vulkánok által kiszórt és lecsapódott kéndioxid-hó okozza, a vöröses színt a vulkáni gőzökből lecsapódó friss, amorf kén adja, amely később a hűlés folyamán átkristályosodva végül olyan sárga lesz, mint a földi vulkánok közelében is ismert és bányászott kén. A bársonyos fekete területek színét is magyarázhatjuk a kén jelenlétével, de lehet, hogy szilikátvulkanizmus juttat sötét anyagot a felszínre.

A többi hold felszínének formáit és színeit a jeges tulajdonságai határozzák meg, bár a Callisto esetében jég-szilikát keverék is jelen lehet. A jeges holdak felszínét a kerek krátereket okozó becsapódások mellett a nagyobb holdak mindegyikénél fellépő árapályfeszültségek változása alakítja. E hatás mellett sok – közöttük számos kisebb – holdnál a belső aktivitásból (belső fűtés okozta köpenyáramlásokból) származó erők is formálják a látható felszínt.

Ha a jégkéreg nem túlságosan vastag, az árapályfeszültségek repedéseket hoznak létre rajta. Ezek a repedések kis égitestrajzi szélességeken a hosszúsági körök irányával párhuzamosan futnak, közepes szélességeken többnyire 45° -ot zárnak be, nagy szélességeken pedig a hosszúsági körökre merőleges irányba fordulnak. A legjellemzőbb árapály-repedésrendszer az Európán látható (2.3. ábra), de a jeges holdak többségén megtalálhatók, vagy kontraszt növelő technikával kimutathatók – bár nem minden holdon követhetők a teljes felszínén. Hasonló vonalas alakzatokat a Földön is találunk, a többi Föld típusú bolygó és a Hold kérgén viszont nem.

Az *Europa* csaknem tökéletesen kötött keringést végez a Jupiter körül. A „csaknem” azt jelenti, hogy ez a hold a Jupiter irányához képest kb. 6000 év alatt tesz meg egy tengelyforgást, ennyi idő elteltével fordul ismét pontosan ugyanaz a területe a Jupiter felé. Ez az aszinkron tengelyforgás furcsa felszíni nyomot hagy az Európának a Jupiterrel ellentétes oldalán. Az árapály-repedések nem egyenes vonalak, hanem kisebb-nagyobb sugarú körívek (2.4. ábra). Ilyen aszinkron tengelyforgásra utaló nyomot más hold esetében eddig nem találtak.



2.4. ábra. Árapály-repedések az Európának a Jupiterrel áellenes oldalán (Voyager)

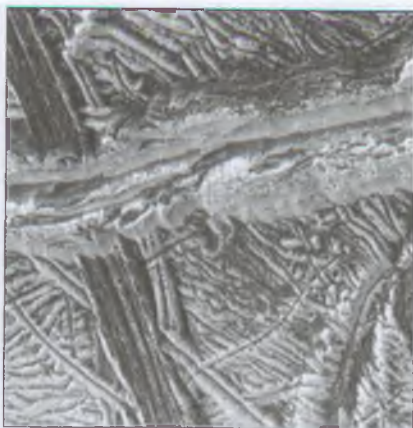


2.5. ábra. Becsapódási kráterből kiinduló repedés balra a Phoboson (Viking), jobbra a Ganymedesen (Galileo)

A holdak szilárd kérge alatti folyékony vagy képlékeny rétegben, a *köpenyben* jelentős anyagáramlások is lehetnek. Ezek szintén feszültséget okozhatnak a fölöttük lévő kéregben, ami ugyancsak repedésekhez vezethet. Ezek a tektonikus árkok az árapályfeszültségek által keltett repedésektől teljesen eltérő irányokba is futhatnak. Az árapályfeszültség azonban segítheti a megindult tektonikus repedés továbbhasadását, kiszélesedését, vagy elgörbítheti annak

irányát. A becsapódások is elindíthatnak repedéseket, ha a kéregben előzőleg feszültségek halmozódtak fel, amelyek önmagukban még nem voltak elég erősek a kéreg szétszakításához. Erre a Phoboson és a Ganymedesen láthatunk példákat (2.5. ábra). A jégholdak repedéseit a téli Balaton jegén a jelentős hőmérsékletváltozás hatására létrejövő rianások alapján lehet elképzelni.

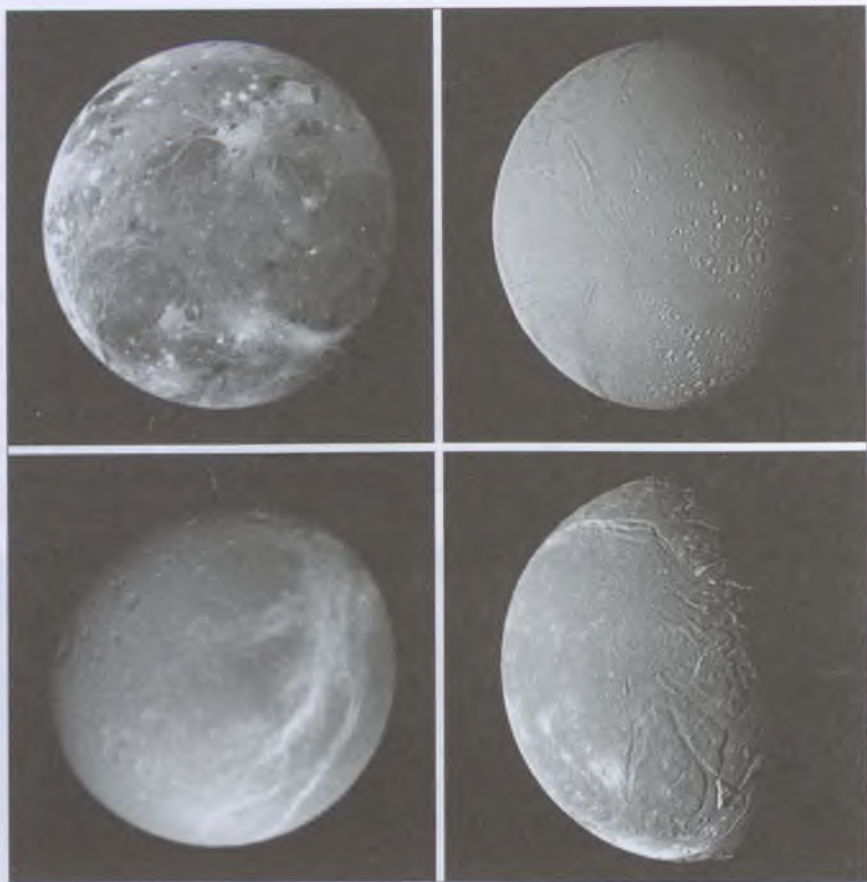
Az árapályfeszültségek napi változása során a repedések két oldalán lévő, szomszédos darabok egymáshoz képest oda-vissza elcsúszhatnak. A mechanikai hatás és a súrlódással járó hőtermelés miatt a jég kásássá válhat, és feltorlódhat a hasadék két oldalán. Szép példát láthatunk erre az Európán (2.6. ábra).



2.6. ábra. Jégkása feltorlódása az Europa egyik repedése mentén (Galileo)



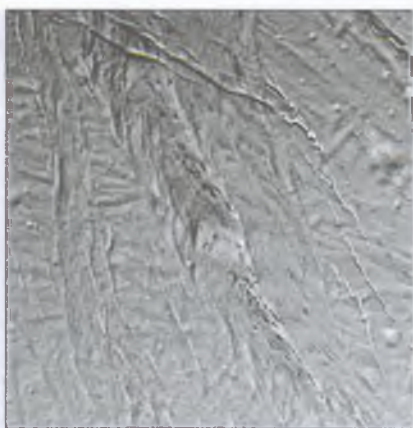
2.7. ábra. Káosz területek és repedések az Európán (Galileo)



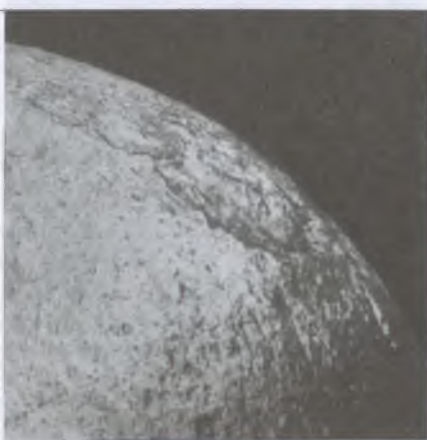
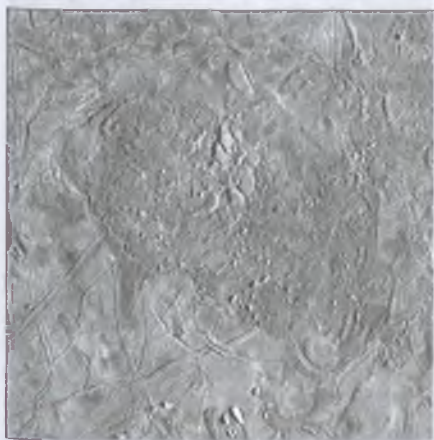
2.8. ábra. Repedésrendszerek fent balra a Ganymedesen (Galileo), jobbra az Enceladuson (Voyager); lent balra a Dionén (Cassini) és jobbra az Arielen (Voyager)

A kéreg alatti képlékeny köpeny alján fellépő hőmérséklet-különbségek a melegebb helyekről felfelé haladó gomolyáramlásokat indítanak a köpeny anyagában, ami szintén fontos felszínformáló hatás. A meleg anyag feláramlása alulról elvékonyítja, és darabokra szakíthatja, vagy akár át is olvaszthatja a felette lévő jégkérget. Ez a *termális erózió* jelensége. Ilyen hatás alakítja ki az Európán található *káosz-területeket* (2.7. ábra). Káosz területeket más holdon nem találtak, de talán ilyen meleg feláramlás hozhatta létre azt a furcsa foltot a Iapetuson, amely a 2.10. ábra jobb oldalán látható. Viszont hasonló repedésrendszerek vannak a Ganymedesen, az Enceladuson, a Dionén, az Arielen (2.8. ábra) és a Tritonon is (2.17. ábra).

GREENBERG és GESSLER mutatták meg, hogy az Europa esetében a milliányi repedés és a számos káosz terület az itt leírt két mechanizmusra vezethető vissza. Az Europa felszínének története tehát évmilliók óta árapály okozta repedezés, hőfeláramlás által létrehozott átolvadás, szétúszás, majd visszafagyás és újrapedezés végtelen sorozata. Ezt *tektonikai felszínűraképzésnek* nevezzük, ellenében a Föld típusú égitesteken működő felszínűraképzési mechanizmusokkal, mint amilyen a földcsuszamlás, a vulkáni lávaeöntés, az üledék lerakódása vízből, vagy a portakáro kiüledése a légkörből.

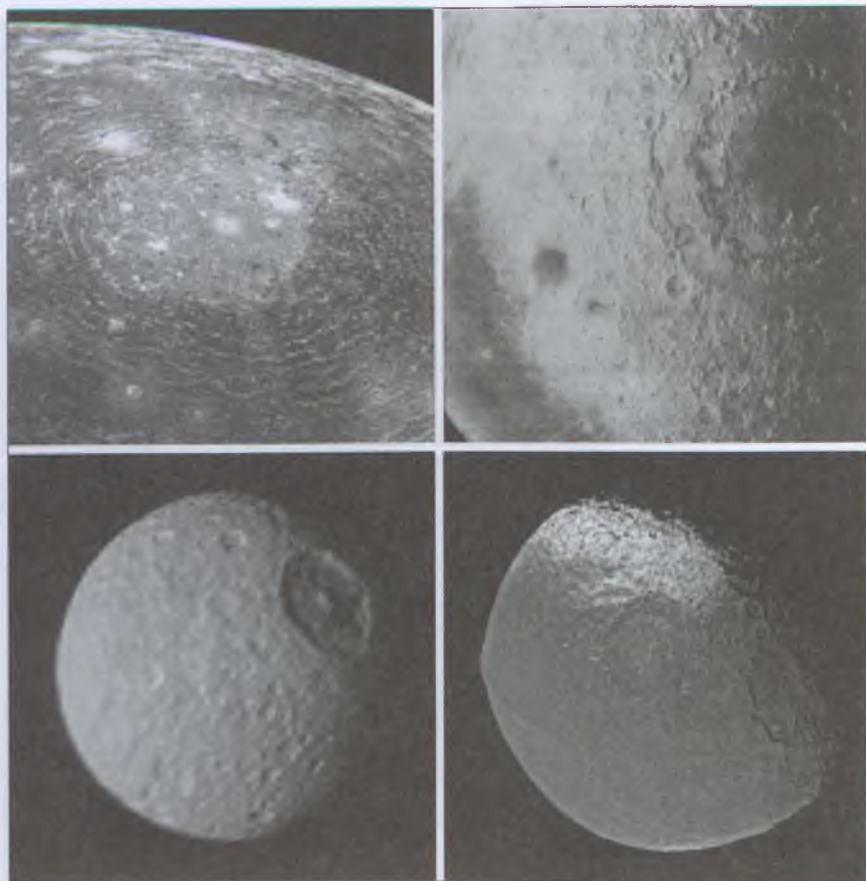


2.9. ábra. Tektonikai felszínűraképzés az Enceladuson (Cassini)



2.10. ábra. Meleg feláramlás okozta folt balra az Európán (Galileo), jobbra a lapetuson (Cassini)

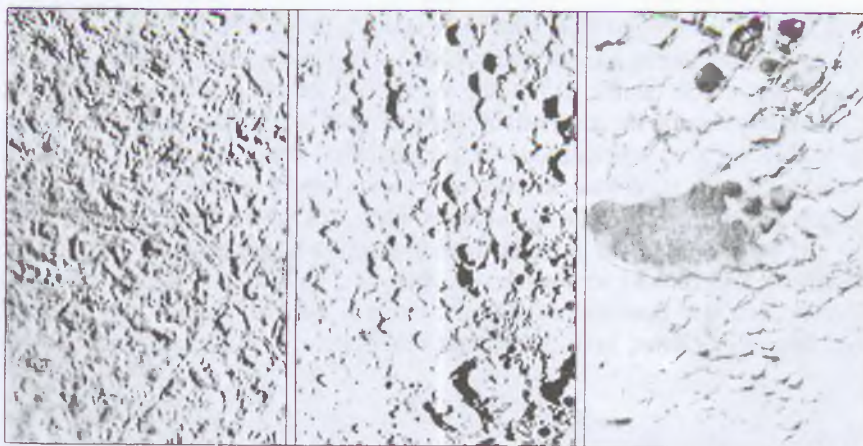
Egy égitest köpenyében a belső hő kifelé áramlása jelentős helyi eltéréseket mutathat, melegebb foltokat hozhat létre a kéreg egyes területein. Lokális felmelegedés azonban árapályfűtés hatására is létrejöhet. Hőáramlási okokkal magyarázható helyi felmelegedéseket, *feláramlási foltokat* eddig csak az Európán ismertünk, de ott nagyon sok helyen (2.10. ábra bal oldal). Lehetséges



2.11. ábra. Fent balra a Valhalla a Callistón (Voyager), jobbra a Mare Orientale a Holdon; lent balra krátर्सánc a Mimason (Voyager), jobbra egyenlítői gerinc a Iapetuson (Cassini) azonban, hogy a Iapetusnak a 2.10. ábra jobb oldalán látható nagy, kerek alakzata is inkább ilyen képződmény, mint becsapódásos kráter.

Az égitestek köpenyében a gomolyáramlások az egyik helyről elszállítják az anyagot, ott húzófeszültséget keltenek, esetleg repedést is kelthetnek a kéregben. A másik helyre pedig összehordják az anyagot, nyomásnövekedést s ennek következtében kiemelkedést, gerincet hoznak létre. Ezzel szemben az árapályerők, mint láttuk, csak repedéseket hoznak létre, kiemelkedő felszíni alakzatokat nem.

Egy kiemelkedés akkor marad meg tartósan egy bolygót testen, ha a kéreg kellően vastag és merev. Az Europa nem eléggé hideg, ezért jégkérgé nem



2.12. ábra. Balra kantalupdinnyehéj terület a Tritonon (Voyager), középen kráterekkel telített felföld a Holdon, jobbra fagymintás talaj a Földön

elégg merev ahhoz, hogy sokáig meg tudja tartani a „hegyeket”, azok vissza-süllyednek a jégkéregbe. Ezért ennek a holdnak a felszínén csak nehezen találták meg a köpenyáramlások kompressziós nyomait. A becsapódásokkal kapcsolatban is azt találták, hogy a Jupiter jégholdjain keletkező sáncgyűrűk (Callisto Valhalla, 2.11. bal felső kép), vagy a központi csúcsok — ha egyáltalán létrejönnek — geológiai időskálán hamar visszasüllyednek, *relaxálódnak*. A szilikát kérgű égitesteken (például a Holdon, 2.11. jobb felső kép), vagy a hidegebb és ezért merevebb kérgű jeges holdaknál, például a Szaturnusz holdjainál is meg tudnak maradni a hegyek. Erre példa egy feltűnő kráter és központi csúcs a Mimason (2.11. bal alsó kép), az egyenlítői gerinc a Iapetuson (2.11. jobb alsó kép), vagy a redőgerincek az Enceladus hold nagyon vékony jégkérgén.

Még egy furcsa, sehol másutt nem látható felszíni forma van, amely nem sorolható be egyik eddigi kategóriába sem: ez a Triton egyenlítői vidékein található sáv, amelynek látványa a kantalupdinnye héjára hasonlít, erről is nevezték el (2.12. ábra bal oldal). A felszínt mozaikszerűen beborító kerek alakzatok átlagos méretük szerint két csoportba sorolhatók: az egyikbe az 5 km körüli, kisebb, a másikba az 50 km körüli, nagyobb darabok tartoznak. Ezek a kerek formák azonban nem egymástól független becsapódások nyomai, mint egy kráterekkel telített felszín esetén (2.12. ábra középen), hanem egy közös, mindenütt egyidejűleg ható folyamat eredményei. Ezt az bizonyítja, hogy sehol sem fekszik az egyik darab a másikra, hanem egymáshoz illeszkedve töltik ki a teljes felszínt. P. SHENK *diapírmezőnek* tartja a területet, amelyen a mélyeb-

ben lévő réteg anyaga helyenként nemcsak felnyomja a felette lévő, nagyobb sűrűségű fedőréteget, hanem fölé is nyomul. E cikk szerzője viszont a Földön ismert fagymintás talajok (2.12. ábra jobb oldal) képződéséhez hasonló folyamatnak tulajdonítja keletkezésüket. Emellett szól a kétféle jellemző méret, és az a tény, hogy az elhelyezkedésük hőmérsékleti övhöz igazodik. Ugyanis a földi fagymintás talajoknál az éves és a napos fagyási-olvadási ciklusok szintén kétféle méretű kerek formákat hoznak létre, és ezek a területek az örökké fagyott vidékek határain – tehát hőmérsékleti övhöz igazodva – alakulnak ki. Ennek a modellnek az a nehézsége, hogy a víz a Triton 37 K-es felszíni hőmérsékletén már kemény sziklát alkot, ott tehát a víz helyett más anyagot kell keresni, és lehet, hogy a folyamat működésére is más magyarázatot kell találni.

Jégvulkanizmus

A földtudomány azt a jelenséget nevezi vulkánnak, amikor valami olvadék (a köpeny vagy a megolvadt kéreg anyaga) kinyomul a kéreg repedésein. A kiáramló anyagot a felszínre kerülés előtt magmának, utána lávának hívjuk. A belső Naprendszerben a láva szilikát-olvadék, például olvadt bazalt töltötte fel annak idején a Hold nagy becsapódási medencéit. Ha forró víz vagy vízgőz nyomul ki a kéregből, azt gejzírnek nevezzük; ha csak gáz, például kén vagy kén-dioxid, azt szolfatárának. A tiszta jegek és a kalitkavegyületek alacsonyabb hőmérsékleten olvadnak meg, mint a szilikátok. Tehát ha egy testen a belső hőmérséklet nem elég a szilikátvulkanizmushoz, még elegendő lehet a jegek megolvasztásához. Vagyis a külső Naprendszerben a jegek olvadéka – például a víz – is betöltheti a magma és a láva szerepét, és az nyomulhat ki a kéreg repedésein. Ezt a jelenséget nevezzük *jégvulkanizmusnak* vagy *kriovulkanizmusnak*.

A kalitkavegyületek az olvadás során egészen másként viselkedhetnek, mint a tiszta vízjég. Olvadáspontjuk sokkal alacsonyabb is lehet, mint a tiszta vízjégé. Az olvadáspont-csökkenés függ az összetevő anyagok arányától, és például az ammónia-víz keverék esetében akár 100° is lehet.

Az olvadék folyékonysága is egészen más lesz, ha a jég egyéb anyagokat is tartalmaz. Ha a hígfolyós ammónia-víz elegyhez egy kevés metilalkohol is keveredik, az nagyon megnöveli a viszkozitást, a folyadék sűrűvé, mézszerűvé válik. Ennek a hatásnak a jeges holdakon megfigyelhető jeleit G. KARGEL ismerte fel. A Jupiter és a Szaturnusz holdjain az ammónia-víz lávák olyan hígfolyósak, mint a belső Naprendszerben – így a Holdon vagy Földön is – az olvadt bazalt. Az Uránusz és a Neptunusz rendszerében az ammónia-víz-metilalkohol keverékéből álló lávák viszont sűrűek, ezért olyan meredek peremű folyásnyomokat hoznak létre, mint a belső Naprendszer égitestjein szo-



2.13. ábra. Az egész égitesten áthaladó repedésvölgy balra a Tethysen (Cassini), jobbra a Titánián (Voyager)

kásos sűrű, szilikátos lávák. Azt, hogy a metilalkohollal, az üstökösmagokban található harmadik leggyakoribb illó anyaggal számolni kell, a Halley-üstökös űrszondás spektroszkópiai méréseiből tudjuk. Ha pedig a 40 AU távolságban keletkezett Halley-üstökösre ez igaz, akkor a legkülső óriásbolygók jéggholdjai is tartalmazhatnak metilalkoholt.

A vízjég többféle kristályos változata

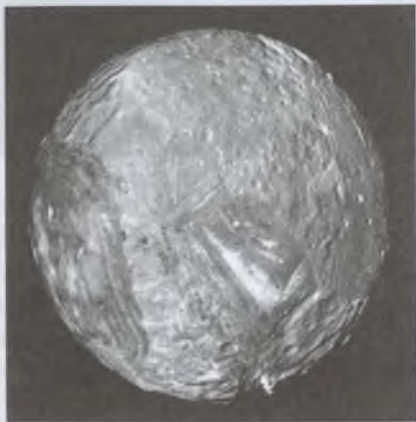
A Föld felszínén, természetes körülmények között a víznek csak egyféle szilárd fázisát ismerjük, ez a közönséges jég (jég I). Elméleti számítások és laboratóriumi mérések szerint viszont rendkívül nagy nyomáson átkristályosodhat más szerkezetű jegekké (például jég V, jég VII), és ezeknek — az eltérő szerkezet miatt — különböző a sűrűségük is. A jéggholdak belsejében megfelelő hőmérsékletű és nyomású környezetben ilyen különleges jegek is létezhetnek, sőt becsapódásoknál a felszíni jég I is átkristályosodhat. Ha az égitest fejlődése során átkristályosodás történik, ez a felszín alakításában is szerepet játszhat.

Egy nagyon sok vizet tartalmazó égitest hűlése során már az a fázisátmenet is nyomot hagyhat a felszínen, amikor a víz egyszerű jéggé alakul. A hűlés során az égitest mindig kívül keményedik meg először, így jön létre a kéreg. Ha az égitest elég kicsi ahhoz, hogy belsejének jelentős része is megfagyjon, akkor a jégkérgén hatalmas repedések keletkezhetnek. A közönséges vízjég ugyanis nagyobb térfogatú, mint a folyékony víz, és a test a fagyás után „nem fér bele a bőrébe”. Ilyen eredetű repedésnyomot három, kb. 1000 km átmérőjű

holdon is láthatunk: a Tethysen, a Titanián (2.13. ábra) és az Arielen (2.8. ábra).

Ha a holdak belsejében a jég hűlés vagy esetleg felmelegedés következtében átkristályosodik, akkor a fázisátalakulás során a sűrűsége is megváltozik. A sűrűség növekedésekor a felszínen vagy a kéreg közelében lévő tömb le-süllyedhet, a sűrűség csökkenésekor pedig a mélyebben lévő tömb felemelkedhet. Mindkét esetben olyan ovoid-szerű alakzatok keletkezhetnek a felszínen, amilyenekre a Mirandán láthatunk példát (2.14. ábra).

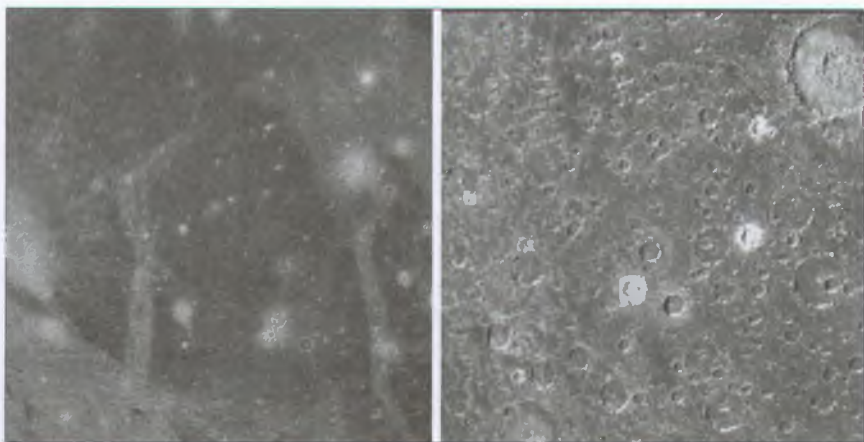
A vízjég átkristályosodása adhat magyarázatot a Ganymedes és a Callisto felszínének egyébként érthetetlen különbözőségére is (2.15. ábra). A Ganymedes felszíne geológiailag aktív, rajta mindenütt repedések húzódnak. A Callisto felszíne viszont teljesen inaktív, és telítettségig kráterek borítják, mint a mi Holdunkat. A Voyager űrszondák gravitációs mérései szerint a belsejében sincs számottevő sűrűség szerinti rétegződés, differenciálódás. A mágneses mérések viszont azt mutatják, hogy 170 km mélységben egy globális, mintegy 10 km vastagságú olvadt rétegnek kell lennie.



2.14. ábra. A Miranda különleges alakzatai, az ovoidok (Voyager)

Miért akalkult ki ez a különbség, hiszen mindkét hold a Naptól ugyanolyan távolságra — tehát ugyanabból az anyagból — jött létre, és nagyjából egyforma a méretük is. Kis összetételbeli különbséget létrehozhatott ugyan az ős-Jupiter járulékos hősugárzása, aminek hatására a közelebb keringő Ganymedesben kevesebb illó anyag maradt meg — ezt az átlagsűrűségek összehasonlítása is mutatja — de ez nem elegendő ok az alapvető különbségekre.

A Callisto távolabb van a Jupitertől, és nincs éles rezonáns pályán (2.1. ábra), így kisebb árapályfűtés hat rá, mint a Ganymedesre. Ehhez adódik még, hogy a kisebb tömegű Callisto belsejében a radioaktív fűtés is csekélyebb lehet. Talán ezek a kis különbségek vezethettek oda, hogy az égitest kialakulása során a belseje nem olvadt meg, és a vas nem tudott összegyűlni egy belső magban. A modellszámítások szerint vastag, hőszigetelő külső rétegében az átkristályosodott vízjégmódosulat nagyobb viszkozitása miatt a konvekció sem indult be, ahogyan ez közönséges jég esetében várható lenne. Így a belsejében termelődő hő csak lassan, hővezetéssel jut ki a felszínre, ezért nem



2.15. ábra. Balra a *Ganymedes* (*Voyager*) és jobbra a *Callisto* (*Galileo*) egy részlete. A két felszín jellege, kráterezettsége nagyon különböző

látszik rajta semmilyen aktivitás nyoma. De akkor ez a bennmaradt hó miért nem olvasztotta meg a belsejét, és miért nem differenciálódott a hold anyaga? A *Ganymedes*ben ugyanakkor — a nagyobb fűtés hatására — lezajlott a magképződés, amit belső eredetű mágneses terének léte igazol, és beindultak azok a köpenyáramlások is, amelyek a belső hó létét geológiai aktivitás formájában a felszínre írják. A *Ganymedes* és a *Callisto* összehasonlítása is azt szemlélteti, hogy a bolygótestek belső fejlődésének, magképződésének folyamata még nem teljesen világos a tudomány számára.

Árapályfűtés a holdrendszerekben

Egy bolygótesten sok kráter idős felszínről árulkodik, amelyet belső folyamatok már nem alakítanak, a kráterek hiánya pedig azt mutatja, hogy a kéreg a belső hatások nyomán gyorsan átalakul, újraképződik. Az óriásbolygók körül találunk telítésig kráterezett holdakat, de korántsem ez a jellemző. Azt sem lehet mondani, hogy minél kisebb egy hold, annál passzívabb test, amelynek a felszínét csak a becsapódások változtatják. A telítettségig kráteres holdak között van kicsi: a 400 km-es *Mimas*, akad közepes: az 1500 km-es *Rhea* és találunk óriásit is: a 4800 km-es *Callistót*. Viszont az apró, 400–500 km átmérőjű holdak között is találunk olyanokat, amelyeken a fantasztikus felszíni alakzatok nagy geológiai aktivitásról tanúskodnak. Ilyen apró holdak esetében pedig korábban még azt sem tételezték fel, hogy valaha is — legalább részlegesen — megolvadtak, tehát szabályos gömb alakot vettek fel.

A szilikátos anyagból összeállt égitestnél kb. 800–1000 km átmérő fölött várható, hogy a benne lévő radioaktív anyagok bomlási hője megolvasztja a belsejét. Ha az égitest anyagában a szilikátok mellett sok a jég is, akkor viszont 2000 km körül lehet ez a határ – a radioaktív elemek mennyisége ugyanis a szilikáttartalommal arányos. Ezekkel a várakozásokkal ellentétben viszont még a 400 km körüli jégholdak is gömb alakúak. Egyetlen kivétel a Hyperion.

Mi lehet a magyarázata a méret és a belső aktivitás ellentmondásainak? Az okok egyikéről, a magas jégtartalomról, illetve a keverék jegek alacsonyabb olvadáspontjáról már volt szó. A másik okot, a járulékos fűtés szerepét az elméleti kutatók vetették fel először, amit aztán nem sokkal később a megfigyelés is igazolt.

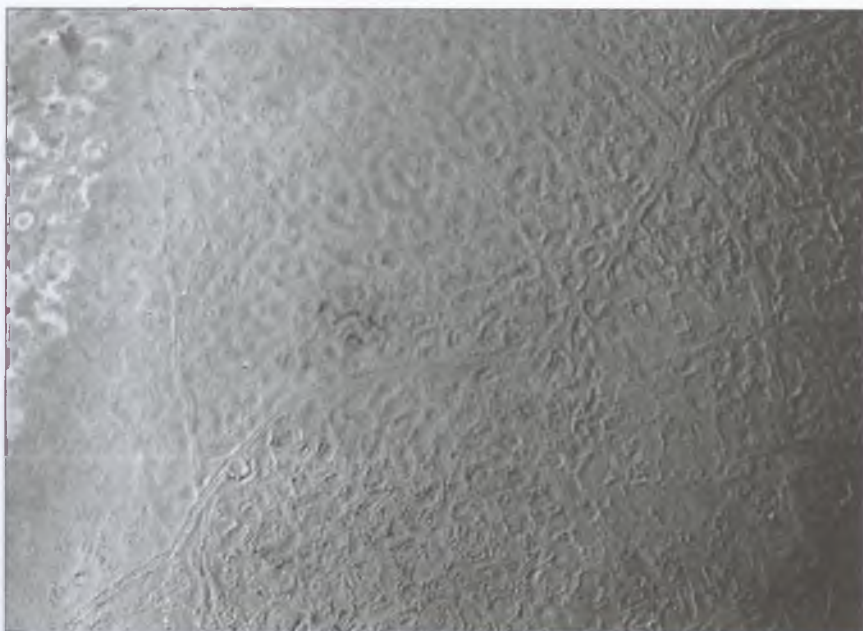
Az árapály jelenségét a Földön régóta ismerjük. A geofizikusok szerint azonban ez nem játszhatott lényeges szerepet a Föld és a Hold fejlődésében. A Voyager űrszondák már úton voltak a Jupiter felé, amikor PEALE és munkatársai modellszámításokat végeztek a Jupiter-holdakra ható árapályerők meghatározására. Megvizsgálták, hogy az Európával 2:1, a Ganymedes holddal pedig 4:1 rezonanciában keringő Io holdra milyen hatással lehet az árapály. Cikkekben – amely 1979-ben jelent meg, egy hónappal korábban, mint ahogy az első Voyager űrszonda odaért a Jupiterhez – azt a meglepő kijelentést tették, hogy „az Ión az árapályfűtés akár vulkáni aktivitást is okozhat”. A számítások ugyanis azt mutatták, hogy a hold kérgében az árapálypúp amplitúdója – ami a Föld kérgé esetében csak 1 cm körüli – elérheti az 50 m-t is!

Már az első Voyager–1 felvételek egyikén „profilból” megpillantottak egy vulkán- vagy inkább gejzírkitörést. Ezt további hét vulkán felfedezése követte, és e nyolc vulkáni kitörés közül hatot a néhány hónappal később odaérkező Voyager–2 még mindig működésben talált. A Galileo űrszonda képein is találtak hasonlókat (2.16. ábra). Bebizonyosodott tehát, hogy az óriásbolygók holdrendszereiben az árapályfűtés hatását nagyon komolyan kell venni.

Az árapályfűtés úgy működik, hogy az égitest alakját az árapályerő deformálja, az égitest mozgása miatt ennek a deformációnak a helye és nagysága folyamatosan változik, és a deformáció változása az égitest anyagának belső súrlódása miatt hőt fejleszt. Erős árapályfűtéshez az kell, hogy a hold közel keringjen a bolygóhoz, és változzék a két égitest távolsága – azaz a holdpá-



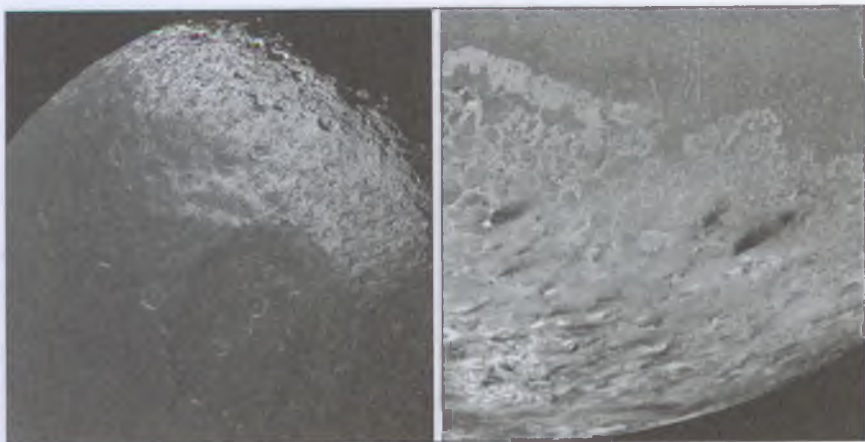
2.16. ábra. Vulkánkitörés az Ión (Galileo)



2.17. ábra. A Triton kérgét árapályfűtés okozta repedésrendszer hálózata be

lyának ne nulla legyen az excentricitása. Kisebb mértékben hozzájárulhat a fűtéshez, ha a hold keringése nem kötött, azaz központi bolygójának irányához viszonyítva forgást végez. Egy holdrendszerben a többi holddal való keringési rezonancia folyamatosan biztosítja, hogy a hold pályája legalább kis mértékben excentrikus maradjon. A befogott holdak pedig elnyúlt pályára kerülnek, ahogy ez valószínűleg a Triton esetében is történt annak idején. Mindaddig, amíg a befogott hold pályája körré nem válik, a holdra árapályfűtés hat — ezt a Triton repedezett felszíne is bizonyítja (2.17. ábra).

A Voyager-szondák első képei óta folyamatosan figyelték az Iót földi infravörös távcsövekkel, 1995–2003 között pedig a Jupiter körül mesterséges holdként keringő Galileo űrszonda kameráival. Kiderült, hogy a vulkánok hónapokon, sőt éveken keresztül csaknem folyamatosan működnek. Némelyik vulkánkitörésnél 1500°C hőmérsékletet is mértek, ami arra utal, hogy az Io belsejében szilikátmagma-réteg, magmaóceán is lehet. Ilyen forró lávát manapság a Földön nem is találunk, utoljára 3.5 milliárd évvel ezelőtt létezhetett a nagy bombázási időszakban kapott becsapódási hő következtében. Az Io tehát a Naprendszer legvulkánikusabb égitestje, és nyilvánvalóvá vált, hogy



2.18. ábra. Balra a sötét és a világos terület határa a lapetuson (Cassini). Jobbra metángejzírek sötét foltjai a Triton poláris sapkáján (Voyager)

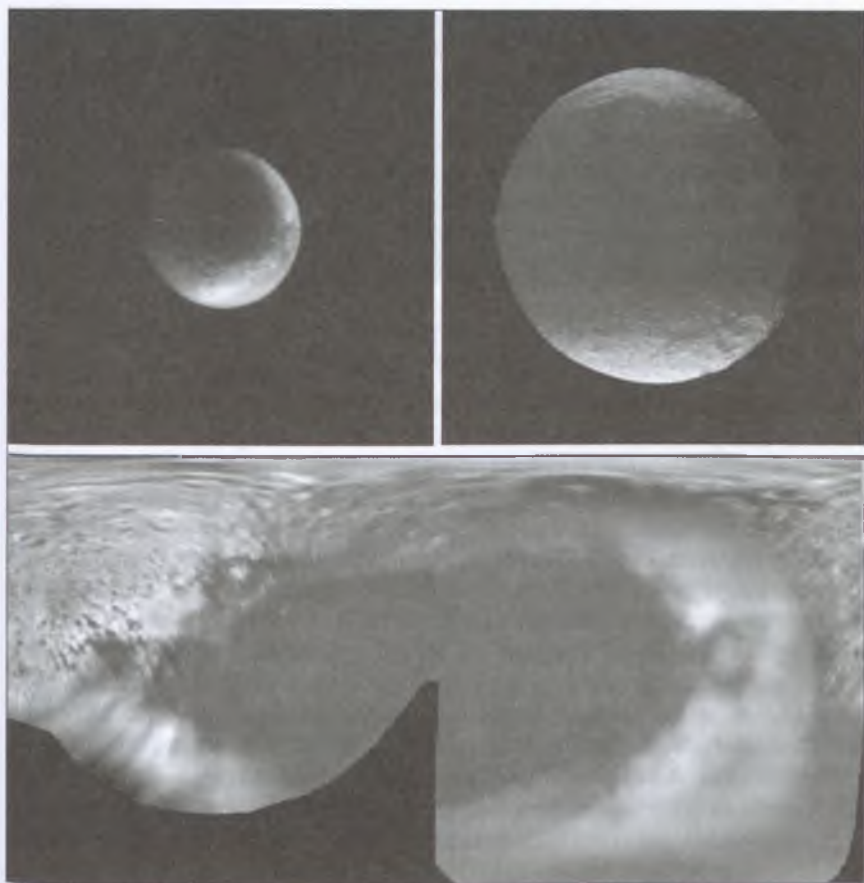
nemcsak az 1300°C körüli kénvulkanizmus működik az Ión, hanem az erős árapályfűtés komoly szilikátvulkanizmushoz is elegendő.

Az Io aktív szilikátvulkanizmusának nemcsak a holdak között, hanem a Föld típusú bolygók között sincs párja. Gejzíreket vagy gejzírek működésére utaló jeleket viszont más holdakon is találtak. A Triton poláris sapkáján látható elnyúlt, sötét, 100–150 km hosszúságú foltokat (2.18. jobb oldali kép) nitrogén-gejzírek tevékenységével magyarázzák. Ezek felszakítják a metánkéreg darabjait, és magukkal ragadva szétszórják a metán tartalmú port, ami később a Nap ultraibolya sugárzásának a hatására elsötétedik. Egy éppen zajló kitörést is sikerült lefényképezni.

Az Európán és az Enceladuson is működhetnek vizet kilövellő gejzírek. A Szaturnusz E gyűrűje az Enceladus távolságában a legsűrűbb, tehát ez a hold lehet az E gyűrű anyagának a forrása. A Cassini űrszonda a hold déli pólusa környékén vízgőz légkört és apró vízcseppeket „porszemcséket” észlelt. Ezek valószínűleg gejzírműködés termékei, és a „tigriskarmolásnak” nevezett déli poláris vidékről származhatnak. Ez a terület 10 fokkal melegebb a környezeténél, és hatalmas párhuzamos repedések szabdalják (5. kép a színes mellékletben).

A kétarcú lapetus

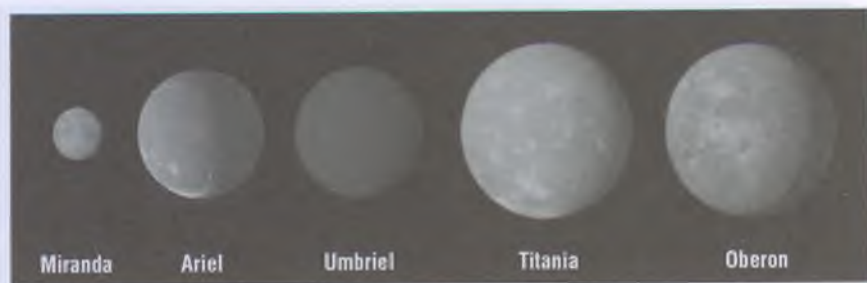
A Iapetus nagyon furcsa égitest (2.19. ábra). Keringése kötött, és a pálya menti mozgásának irányába mutató félgömbje, vagyis a vezető oldala olyan sötét, mint a szén (albedója 5% körüli), a másik félgömbje, a követő oldala



2.19. ábra. A Iapetus vezető félgömbjének sötét területe fent Cassini-képeken, lent albedó-térképen

pedig világos (albedója 50% körüli). A két félgömb között más holdon is található eltérés — főképp a Szaturnusz rendszerében — de nem ennyire megdöbbentő különbséggel. A követő oldalon a Iapetus anyaga olyan albedójú, mint a Szaturnusz többi jeges holdja, és a világos területeken van néhány sötét aljázatú kráter, de a sötét oldalon nincs világos aljázatú kráter. Ennek alapján azt feltételezték, hogy a vezető oldal sötétsége igényel magyarázatot.

Felvetették, hogy a Iapetus esetleg a Phoebéről származó sötét port seperheti fel keringése közben. Ezt a magyarázatot azonban már a Voyager-képek és később a Cassini-képek is kétségessé tették, mert a becsapódó pornak az



2.20. ábra. Az öt Uránusz-hold méretarányos és fényességarányos képe. Látható, hogy az Umbriel sötétebb a többinél

egész vezető oldalt kellene érnie, és ekkor a sötét terület kör alakú lenne. A pólusok környékén viszont a vezető oldal felszíne is világos (2.19. ábra).

Másik magarázatként a vulkáni elöntést vetették fel, de ezt C. SAGAN is valószínűtlennek tekintette a sötét folt helyzete és alakja miatt. A Cassini-képeken nagyon diffúz az átmenet a sötét és fényes terület között (2.18. bal oldali kép). Ugyanakkor a Földről végzett radarmegfigyelések szerint a Iapetus két oldala egyformán veri vissza a radarhullámokat, tehát a két oldal felszíne csak egy nagyon vékony rétegben különbözhet.

Az egyik Cassini-képen majdnem a Iapetus egyenlítője mentén egy 1300 km hosszú és 13 km magas, egyenes hegyvonulat látható (2.11. jobb alsó kép). Ez a kompressziós gerinc úgy jöhetett létre, hogy a hold egycellás köpenyáramlásának feláramlása a hold világos oldalán volt, a leszálló áramlás pedig a sötét oldalon. A két oldalról az egyenlítő felé áramló köpenyanyag egymáshoz nyomta és feltorlasztotta a kéreg darabjait. Ezzel a kompressziós gerinccel kapcsolatban sok gejzír működése szórhatta szét azt a metántartalmú anyagot, ami később a Nap ultraibolya sugárzásának a hatására – a Triton gejzírfoltjaihoz hasonlóan – elsötétedett.

Az Uránusz Umbriel holdja (2.20. ábra) is hasonló módon kaphatott egy vékony, sötét felszíni réteget. De ott a gejzírek az egész felszínt beborító repedéshálózat mentén működhetnek.

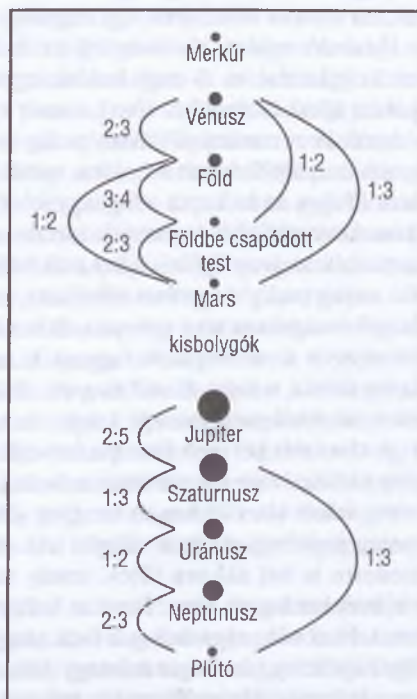
A holdak fejlődéstörténete

A Lewis–Barshay-táblázat közzététele óta egységes képbe illeszthetők a Föld típusú szilikátbolygók és a külső Naprendszer nagyrészt jégből álló égitestjei. De ha a Jupiter négy nagy holdja ugyanabból az anyagból alakult ki, akkor miért látunk az Ión aktív kénvulkanizmust, miért feltételezünk az Európán 100 km mély víz-óceánt, és miért nincs semmi nyoma a geológiai aktivitásnak a Callistón?

Az egyes holdak most látható állapotának különbségeit az eltérő hőmérsékleti viszonyok között zajlott fejlődéstörténetük magyarázza. A nagy, reguláris holdak kialakulása egy holdrendszeren belül nagyjából azonos anyagösszetételből indulhatott el. Az összeállás utolsó szakaszában, a nagy bombázási időszakban elszenvedett becsapódásoktól azonban az egyes holdak már nem azonos induló hőmennyiséget kaptak. Hőmérsékletük általában csökkent, de nem feltétlenül egyenletes tempóban. Egy hold keringési és tengelyforgási adatainak változása során, időszakonként jelentőssé válhatott az árapályfűtés, amely lassította, sőt átmenetileg vissza is fordíthatta a hőmérséklet csökkenését. A kémiai összetétel azonban az egész folyamat során csak egy irányba változott. Ha egy hold valamilyen anyagot elveszített, azt később már nem kaphatta vissza. Nagy becsapódással kaphatott esetleg más testtől utánpótlást, de egy ilyen esemény ugrásszerű változással egy új kiinduló anyageloszlást hozott létre, és új hőtartalékhhoz juttatta a holdat, ahonnan újra indult a hűlés.

A Nap a Naprendszer keletkezése idején felmelegítette a környezetét, emiatt az illékonyabb anyagok csak a távolabbi égitestek anyagába tudtak beépülni. Az óriásbolygók és holdrendszerük kialakulása során hasonló folyamat alakíthatta a holdak alapanyagát is. A gravitációs összehúzódnás hőfejlődéssel járt, a keletkező bolygó tehát számottevő többlethőt sugárzott szét a környezetében. Minél közelebb állt össze egy hold ehhez a „kályhához”, annál melegebb környezetből gyűjtötte anyagát, vagyis annál kisebb lett benne az illó anyagok aránya. Az anyabolygó többlethőjének hatása legjobban a Jupiter rendszerében követhető nyomon – bár ez nehezen választható szét a későbbi kigázosodás hatásától. Tehát már kezdetben az Iónak lehetett a legkisebb az illóanyag-tartalma, és a legnagyobb az átlagsűrűsége.

A holdak fejlődéstörténetéhez kapcsolódik az a kérdés is, hogy milyen pályákon, bolygójuktól milyen távolságokra keletkeztek holdak. A vá-



2.21. ábra. Keringési rezonanciák a bolygórendszer kialakulása idején (Patterson)

laszhoz induljunk ki a bolygópályák szabályosságainak magyarázatából. A *Titius–Bode-szabály* szerint a Naprendszerben a bolygók keringési idejét összehasonlítva kis egész számokkal jellemezhető arányokat találunk. PATERSON ezt úgy magyarázza, hogy könnyebben alakulhattak ki bolygók az egymással erős keringési rezonanciában lévő pályákon, mint egyéb távolságokban (2.21. ábra). A Nap gázburkában keringő bolygókezdemények mozgását ugyanis fékezte a gáz, emiatt pályájuk mérete csökkent, így egyre közelebb kerültek a Naphoz. Ha azonban valahol már egy nagyobb csomó – bolygóembrió – kialakult, akkor a vele rezonanciában lévő külső pályákon a rezonancia akadályozta a planetezimálok további fékeződését. Az ilyen külső rezonáns pályák közelében tehát összegyűltek a kívülről oda fékeződött planetezimálok. A hasonló pályán keringő bolygókezdemények nagyobb térbeli sűrűsége és egymáshoz viszonyított kis sebessége pedig megkönnyítette összeállásukat, és elindulhatott egy következő bolygó gyors felnövekedése. A bolygók között kialakuláskor fennállt rezonanciák tartósan, akár napjainkig is fennmaradhattak, ha azokat időközben egy nagyobb testtel való ütközés nem rontotta el.

Hasonló módon történhetett az óriásbolygók gázburkában a holdrendszer keletkezése is. A nagy holdak egymással keringési rezonanciában álló pályákon álltak össze (2.1. ábra), ennek nyoma legjobban a Jupiter rendszerében látható. A rezonáns pályákon pedig – amint erről már volt szó – annál nagyobb árapályfűtés hat a holdra, minél közelebb kering a bolygójához. Így kezdettől fogva az Io kapta a legnagyobb fűtést. Láttuk, hogy kiinduló anyaga már eleve kevesebb illó összetevőt tartalmazott, és ezek mennyiségét tovább csökkentették az árapályfűtés által működésben tartott vulkánok. A sok kipöfékelt illó anyag pedig nagyrészt elszökött, mert a nagy tömegű Jupiter gravitációja és erős mágneses tere gyorsan eltávolítja a gázt a hold környezetéből. Az Ióról először a nemesgázok fogytak ki, aztán a szén-monoxid és a metán, majd az ammónia, a szén-dioxid és a víz. Most már a kén meg a nátrium a legillóbb elem, ezekből még van egy kevés, de lassan ezek is eltűnnek.

A távolabb keringő Europa belsejében már kisebb az árapályfűtés, de ez is elég ahhoz, hogy megolvassza a hold jéganyagának jelentős részét. A szilikátkéreg felett kb. 100 km-es vízréteg jöhetett létre, amit legkívül egy 2–20 km vastag jégkéreg zár le a világűr felé. A még nagyobb távolságban lévő Ganymedesre is hat akkora fűtés, amely mintegy 150 km mélységben egy globális víz-övet hozhatott létre. Erre az indukált mágneses tér létéből lehet következtetni. Hasonló mágneses mérések alapján a Callisto belsejében is feltételeznek egy folyékony vízréteget mintegy 170 km mélységben, pedig a Callisto jelenleg nem is kering élesen rezonáns pályán! Szóval azért még nem értünk mindent!

A hőmérséklettől függő fejlődéstörténet adhat magyarázatot arra a kérdésre is, hogy a Szaturnusz rendszerében miért csak a lapetust festette sötétre a gejzírek által kilövellt metántartalmú anyag, és miért világos a többi

hold. Lehetséges, hogy ezekbe a Szaturnuszhoz közelebb keringő holdakba a bolygó melegítő hatására már keletkezéskor kevesebb metán épült be, mint a messzebb összeállt Titanba vagy Iapetusba. Mára pedig már teljesen kifogyhatott belőlük a metán, így gejzirjeik sem tartalmazzák ezt az anyagot.

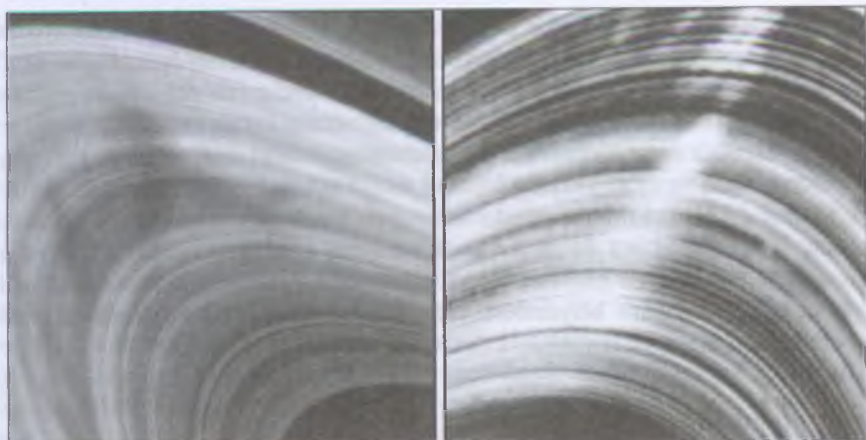
A Szaturnusz és az Uránusz rendszerében egyébként nem teljes az egyezés a pályarezonancia és az árapályfűtésnek tulajdonított felszíni aktivitás között. A Mimas például rezonáns pályán kering, de kevés felszíni aktivitás nyomát mutatja. A Mirandánál és az Arielnél ma nincs éles rezonancia (2.1. ábra), ennek ellenére nagyon aktívnak látszik a felszínük. Utóbbiak persze korábban lehettek éles rezonáns helyzetben, ezért látható mindkét hold felszínén sok olyan kráter, amelyek korábban keletkezett repedéseken ülnek.

Poroló holdak

A Naprendszerben sok példát találunk arra, hogy egy hold porral vagy gázzal szennyezi környezetét. Az óriásbolygók körüli porgyűrűk anyaga a sötétebb, belső holdakról származik. Az óriásbolygó gravitációja ugyanis felgyorsítja a holdak felszínébe csapódó meteoritikus testeket, és ezek a nagy sebességű ütközések számottevő mennyiségű porszemcsét szórnak ki. A gejzírműködés is sok anyagot juttat a bolygó körüli térbe. E folyamat eredménye a Szaturnusz E gyűrűje, amelyet valószínűleg az Enceladus holdból származó jégzemcsék alkotnak; valamint a Jupiter körüli kén- és nátrium-gyűrű, amelyeknek az anyaga az Io vulkánjaiból származik. A napszél töltött részecskéinek bombázása pedig a holdak légkörének anyagát segíti megszökni. Ilyen módon a Titan sok semleges hidrogént juttat a Szaturnusz környezetébe.

Az Io vulkánjaiból rengeteg anyag kerül ki a Jupiter körüli térbe. A légkör nélküli holdon a vulkánok akár 800 km magasra is fellövellik az anyagot. A kidobott anyag egy része visszahull, a többi megszökik, és Jupiter körüli pályára áll. A porszemcsék az elektromágneses vagy a részecskesugárzás hatására elektronokat veszítenek, vagy ionokat illetve elektronokat fognak be, vagyis elektromosan feltölthetnek. Az elektromosan töltött porszemcséket pedig a bolygó mágneses tere arra kényszeríti, hogy a mágneses erővonalak mentén mozogjanak, és eközben a mágneses tér forgási sebességével keringjenek a bolygó körül.

Ezzel a mechanizmussal emeli ki például a Szaturnusz magnetoszférája a finom port a gyűrű síkjából azon a részen, ahol a gyűrű anyaga a Szaturnusz árnyékából kilépve a napfény hatására sztatikus elektromossággal feltöltődik. A napsütötte oldalon a sötétebb porszemcsék kiemelkedő felhője sötét, sugárirányú csikként, „küllőként” látszik a világos jégzemcsék háttére előtt. Az ellentétes töltésű por a gyűrű másik, árnyékos oldalán emelkedik ki, és fényes



2.22. ábra. „Küllők” a Szaturnusz gyűrűjében, balra a napsütötte oldalról, jobbra a sötét oldalról nézve (Voyager)

sávnak látszik (2.22. ábra). A szemcsék egy idő után elvesztik elektromos töltésüket, emiatt megszűnik a mágneses tér eltérítő hatása és a korotáció, így a bolygóárnyék határától távolabb a küllők szétnyíródnak, a jelenség már nem látható.

Az *Ulysses* és a Galileo űrszondák pordetektorai azt tapasztalták, hogy a Jupiter rendszeréből a bolygóközi térbe érkező por mennyisége időnként több nagyságrenddel megnő. HORÁNYI MIHÁLY és munkatársai bizonyították be, hogy ezeknek a „porviharoknak” az anyagát az Io vulkánjai indítják útjukra. Az így kidobott por a bolygóközi mágneses tér közreműködésével az egész Naprendszerben szétterjedhet, sőt a porszemcsék töltésüket elvesztve a helioszférából (a Nap mágneses tere által uralt térből) akár a csillagközi térbe is kijuthatnak. Tehát az állatövi fényt és az ellenfényt létrehozó poranyagot nemcsak az üstökösök porlása és a kisbolygók ütközései adják, hanem az aktív holdak vulkáni tevékenysége is.

A holdak mágneses tere

Egy égitestnek három okból lehet mágneses tere. *Belső eredetű állandó mágneses* térhez az szükséges, hogy az égitest belsejében jó elektromos vezetőképességű folyékony réteg legyen, amelyben az anyagáramlások a dinamóelv alapján felerősítik a test környezetében meglévő mágneses teret — legnagyobbbrst ilyen eredetű tere van a Földnek. Az állandó mágneses tér szerkezete, pólusainak helye a bolygóttesthez képest hosszabb időskálán lényegesen nem változik.

Gyenge állandó mágneses tere akkor is lehet egy égitestnek, ha belsejében már nincs olvadt fémes anyag, de a korábban létezett belső vagy külső mágneses tér „befagyott” a kristályos kőzetek mágnesezhető anyagába. Ilyen *befagyott állandó mágneses tere* van a Holdnak. A Holdnak jelenleg nincs belső eredetű mágneses tere, de fejlődésének korai szakaszában lehetett. Erre utal a sok helyen talált erős mágneses anomália, amit a kéreg anyagában megmaradt mágneses tér okozhat.

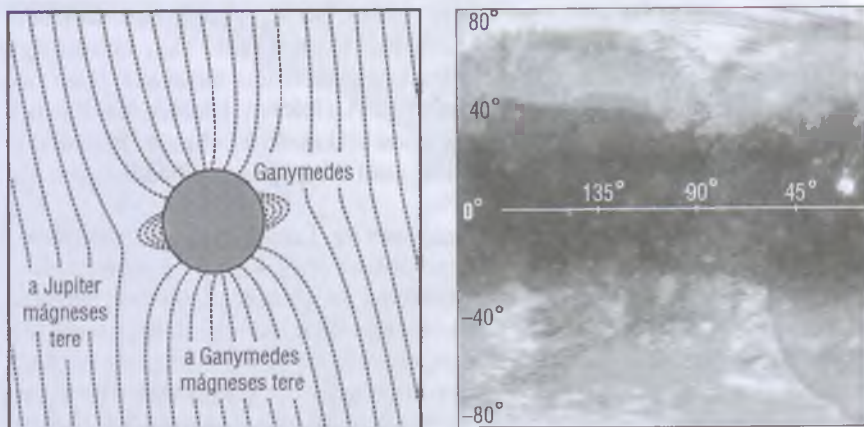
A harmadik lehetőség az *indukált mágneses tér*. Létrejöttének az a feltétele, hogy globális méretű, elektromosan vezetőképes réteg legyen az égitest belsejében, folyadékszférájában vagy a légkörében, és változó irányú vagy nagyságú külső mágneses tér legyen a test környezetében. A változó mágneses tér a vezetőképes rétegben áramot gerjeszt, és ezeknek az égitestet „körbefolyó” áramoknak tere az, amit az égitest indukált mágneses tereként mérhetünk. Az indukált mágneses tér szerkezete, pólusainak helye nem az égitest felszínéhez képest „marad állva”, hanem a gerjesztő külső térhez képest. Az indukált tér pólusai tehát az égitest tengelyforgása során mintegy körbejárnak az égitesten.

A Földön például az ionoszférában és az óceánban is indukál köráramot a Nap mágneses tere. Ezeknek a köráramoknak a mágneses tere okozza a Föld terének mérhető napi ingadozását. A változás azonban igen kicsi: a tízezernyi nT nagyságú dinamó-térhez képest az óceánokban indukált áram tere csak 2nT, az ionoszférában keltett köráramok tere pedig 30 nT körül van.

A Jupiter erős, állandó mágneses tere nem egyszerű dipól szerkezetű, nem forgásszimmetrikus, hanem igen összetett. A bolygóval együtt forgó mágneses tér pillanatnyi jellemzői tehát folyamatosan változnak a holdak körül. Ha egy holdon van globális elektromosan vezető réteg – ami lehet fémes mag, oldott sókat tartalmazó vízréteg, vagy ionoszféra a légkörben –, akkor létrejöhet körülötte indukált mágneses tér.

A Ganymedesről már a Voyager űrszondák jelezték, hogy zavart kelt a Jupiter magnetoszférájában. A Galileo űrszonda méréseire illesztett mágnesestérmodell pedig egyértelműen azt mutatta, hogy a Ganymedesnek állandó, dinamó-elven keletkező mágneses tere van, amely két holdsugárnyira kiterjedő kis magnetoszférát tart fenn (2.23. ábra). Ezzel a tulajdonságával a Ganymedes egyedülálló a Naprendszer holdjai között. A belső eredetű mágneses tér léte olvadt vasmagra utal. KIVELSON és munkatársai szerint a Ganymedes esetében a dinamó-elv alapján keletkező belső mágneses térhez hozzáadódik egy kisebb erősségű indukált mágneses tér is.

A Ganymedes mágneses terének erővonalai az egyenlítő környékén eltérítik a Jupiter magnetoszférájában mozgó töltött részecskéket, de a pólusok körül egészen a közepes szélességekig nyitott a tér, és ott a töltött részecskék bombáznak a felszínt. Ezért van számottevő albedó-különbség a hold poláris és egyenlítői vidékei között (2.23. jobb oldali kép).



2.23. ábra. Balra a Ganymedes mágneses tere, jobbra a hold albedótérképének egy része (Galileo)

A Cassini űrszonda a Titan körül meglepő módon nem talált belső eredetű mágneses teret. Lehetséges, hogy az Iónak is van olvadt vasmagja, és ezért belső eredetű mágneses tere, de annak kimutatásához kisebb távolságban végzett mérésekre lesz szükség. A hold ugyanis nagyon közel van a Jupiterhez, ezért a Galileo űrszonda mérési távolságában a hold saját tere talán nem emelkedett ki a Jupiter erős mágneses teréből.

A többi óriásbolygó holdrendszerében még nincsenek mérési adatok az indukált mágneses tér jelenlétére. A Szaturnusz bizonyos holdjain — például az Enceladuson — bizonyára van elektromosan vezető réteg, amelyben az indukció működhetne. A Szaturnusz mágneses tere azonban gyengébb és forgásszimmetrikusabb, mint a Jupiteré, azaz nem változik erősen a holdak környezetében, és emiatt kisebb lehet az indukciós hatása.

A témához kapcsolódik a *Mágneses adatok a Naprendszerben* című táblázat az évkönyv táblázatos részében.

Töltöttrészecske-bombázás mint energiaforrás

Régóta feltételezték, hogy a közönséges kondrit anyagú meteoritok szülőtestjei az *S típusú kisbolygók*. A távcsővel felvett kisbolygószíneképek azonban nem egyeztek meg a közönséges kondrit meteoritok laboratóriumban mért spektrumával, míg a többi meteoritfajta szülőtestje spektrális mérések alapján azonosítható volt. Az ellentmondást a *NEAR* űrszonda oldotta fel, amikor 2000-ben leszállt az *Eros* kisbolygóra, és megvizsgálta annak felszíni és felszín alatti rétegét. Ezek a mérések bizonyították be, hogy a napszél töltött részecs-

kéinek becsapódása kémiaiilag átalakítja és mállasztja az égitestek felszínének anyagát (millió évenként mintegy 1 cm-es réteget). A távcsóvel készített színképek pedig csak erről a legfelső rétegről adnak információt.

A töltött részecskék bombázása megdöbentően sok energiát is juttat a holdak felszínére. A Galileo űrszonda fluxusméréseit felhasználva és a Jupiter mágneses terének a modelljével számolva például megállapították, hogy az Europa hold felszíne annyi energiát kap a töltött részecskék becsapódásából, mint az összes belső eredetű fűtésből, vagyis a radioaktív és az árapályfűtésből együttvéve. A mikrometeoritok becsapódásából származó energia ehhez képest elhanyagolható, a kozmikus részecskék hatására gyorsan átalakuló réteg elkeverésében és eltemetésében azonban a meteoritbecsapódásoké a főszerep.

A jéggel borított égitesteken a töltött részecske-sugárzás a felszíni jégrétegből vízmolekulákat lök ki, amelyeket aztán a Nap ultrabolya sugárzása elbont. A keletkező hidrogén szinte azonnal elsökök a holdról, az oxigén távozása a nagyobb molekulatömeg miatt lassúbb, ezért a jégréteg felett nagyon ritka oxigén-légkör alakulhat ki. Oxigén-légkört a Naprendszerben a Földön kívül eddig csak az Európán találtak, bár ott a légnyomás csak 10^{-11} -szerese a földinek. Valószínűleg az Enceladus ritka légkörében is van oxigén, bár a Cassini űrszonda mágneses mérései szerint főleg vízgőzmolekulákat tartalmaz. A Cassini a Szaturnusz gyűrűje körül is talált ritka oxigén „légkört”, amit szintén a töltött részecskék bombázása szabadíthat fel a gyűrű jégdarabkáiból.

A külső Naprendszerben számos hold kering bolygójának magnetoszférájában a zárt erővonalakon belül. Ezekben a tartományokban a töltött részecskék mozgását alapvetően a bolygó mágneses tere határozza meg. A Jupiter közelében ez a részecskesugárzás nagyon erős: a Voyager űrszondák két perc alatt mértek akkora össz-sugárzást, mint amekkorát a Szaturnusz rendszerén átvezető egész útjuk folyamán.

A Jupiter körül a töltött részecskék többsége az Io vulkáni anyagából származik és az Iót éri a legnagyobb besugárzás is. A sorrendben a második az Europa. A Ganymedes és a Callisto távolabb van, ahol a sugárzás már kisebb. A többi óriásbolygónak pedig gyengébb a mágneses tere, illetve kevesebb töltött részecske mozog a magnetoszférájukban. Az Uránusz és Neptunusz körül különösen gyenge a sugárzás, mert ezen bolygók forgástengelye és mágneses tengelye nagyon eltérő irányú, és a mágneses tér középpontja is jelentősen eltér e bolygók tömegközéppontjától. Emiatt a töltött részecskék hamar el tudnak szabadulni a mágneses tér csapdájából (*Mágneses adatok a Naprendszerben* a táblázatos rész végén).

A magnetoszférákban mozgó töltött részecskék forrása lehet a napszél (a bolygó magnetoszférájába befogott protonok), a bolygó légköre (az ionoszférából feljutott és felgyorsított ionok), vagy a holdak felszínéről, légköréből

kijutott ionizált és felgyorsított anyag. Ezeket az ionokat a mágneses tér az erővonalak mentén spirális pályára kényszeríti. A mágneses tér és benne a befogott részecskék együtt forognak a bolygóval (korotálnak), így sokkal gyorsabban haladnak, mint a Kepler-pályán keringő holdak. A magnetoszféra ionjai tehát hátulról érik utol a holdakat, a hátsó, követő oldalukat bombázzák. Ez egy kötötten keringő hold esetében akár jól látható különbséget is létrehozhat a felszíni albedóban — különösen akkor, ha a becsapódó ionok különböznek a hold anyagától. Így az Europa főként tiszta vízjégből álló kérgén az Ióról származó kén vagy kén-dioxid ionok nagy kénsavmezőket hoznak létre a hold követő oldalán. A többi Jupiter-holdon is lehet hasonló feldúsulás, azonban minél messzebb van egy hold az Iótól, annál kevesebb molekula épül be a felszínébe. A többi bolygó holdrendszerében pedig azért nem feltűnő ez a hatás, mert azokban nincs az Ióhoz hasonló különleges hold. Az Io ugyanis olyan anyagot juttat a bolygó magnetoszférájába, amilyen a többi Jupiter-hold felszínén eredetileg nem található meg. A Szaturnusz magnetoszférájában legfőképpen a vízmolekula ionjai találhatók, vagyis ugyanaz az anyag kerül a holdak követő oldalára, mint amiből a holdak kérge áll.

Miért van a Titannak sűrű légköre?

A Titan az egyetlen hold, amelynek jelentős légköre van. A Naprendszer szilárd kérgű égitestjei közül legsűrűbb légköre a Vénusznak van, mintegy 90 atmoszféra felszíni légnyomással. A második a Titan, ahol a földinél négyszer sűrűbb légkör az ottani kisebb felszíni gravitáció miatt 1.5 atmoszféra légnyomást tart fenn. A sorban csak harmadikként következik a Föld. A Naprendszerben a Földön kívül egyedül csak a Titanon van olyan jelentősebb légkör, amelynek a nitrogén a fő összetevője. A nitrogén az ammónia (NH_3) bomlásából maradhatott vissza. Az ammóniát ugyanis a Nap ultrabolya sugárzása elbontja, a könnyebb hidrogén megszökik, csak a nitrogén marad meg.

Miért van sűrű légköre a Titannak, amikor még a Naprendszer legnagyobb holdjának, a Ganymedesnek sincs? Ennek a megértéséhez meg kell néznünk, hogyan keletkezik egy égitesten légkör, és mitől veszik el.

Légkör szilárd felszínű égitesteken főképp a kéregből kigőzölgő, kigázosodó molekulákból keletkezik. A kigázosodás függ a kéreg hőmérsékletétől. Minél melegebb van egy test felszínén, annál jobban párolognak az anyagok. Az aktív vulkánok az égitest mélyebb rétegeiből is nagyon sok anyagot juttathatnak a légkörbe. Kívülről becsapódó testek is gyarapíthatják a légkör anyagát, ha nem túlságosan nagy mozgási energiával érkeznek. Egy óriási becsapódás ugyanis elfújhatja az előzőleg meglévő légkört is.

A légkör elvesztésének tehát óriásbecsapódás lehet az egyik módja. A Naprendszer kialakulása idején ilyen esemény a kisebb bolygótesteken valószínűleg sokszor lejátszódhatott. A légkörvesztés másik, lassúbb módja az, hogy a molekulák egy részének a hőmozgási sebessége eléri a szökési sebességet, és ezek a molekulák egyszerűen elszöknek az égitesttől. Magasabb hőmérsékleten nagyobb a molekulák hőmozgásának az átlagsebessége, ezért a melegebb égitestekről könnyebben szökik el a légkör.

A szökési sebesség az égitest tömegétől és a tömegközépponttól mért távolságtól függ. Vagyis az elszökött molekulák száma az égitest tömege mellett függ attól is, hogy a légkör legkülső rétege milyen távol van a tömegközépponttól. A nagyobb tömegű égitesten a nagyobb szökési sebességet kevesebb molekula érheti el. Az óriásbolygóknak tehát azért maradhatott meg a Naprendszer kialakulása idején gyűjtött (primordiális) légköre, mert nagy a tömegük és alacsony a hőmérsékletük.

A szökés „besűríti” az égitest légkörét, mert minél könnyebb egy molekula, annál könnyebben tud a hőmozgás miatt elszökni. Leggyorsabban a hidrogén tűnik el, egy adott elem izotópjai közül pedig a kisebb atomsúlyúak. Ha megvizsgáljuk egy égitest légkörében valamelyik kémiai elem izotóparányait, és azt összehasonlítjuk a szenes kondrit meteoritokban mért izotóparányokkal (amelyek feltevéseink szerint a Naprendszer őanyagának összetételét őrzik), akkor megbecsülhetjük, hogy milyen mértékű volt a légkör szökése az égitesten.

Egy égitesten tehát egymással elletétesen ható feltételek bonyolult rendszerre határozza meg, hogy megmarad-e körülötte valamiféle légkör. A tömege legyen elég nagy, hogy a nagy szökési sebesség miatt a légkör molekulái ne tudjanak könnyen elszökni róla (ez a szempont a Ganymedesnek kedvezne, vagy legalább is hasonló az esélye, mint a Titannak). A hőmérséklete legyen elég magas a légkör keletkezéséhez (ez egyértelműen a Ganymedesnek adna nagyobb esélyt, mert az melegebb). Ne legyen túlságosan meleg, mert akkor nagyobb a hőmozgás miatti szökés esélye (ez már választóvonal lehet a Ganymedes és a Titan között). Rontja a Ganymedes esélyeit, hogy a Jupiter erős tömegvonzása, erős mágneses tere és a benne mozgó nagyenergiájú töltött részecskék árama gyorsan eltávolítja a holdak közeléből a légkör molekulái. A Szaturnusz kisebb tömegű, mágneses tere is gyengébb, és kevesebb töltött részecske mozog benne, összességében tehát kevésbé szívja el a Titan-légkör anyagát.

Miért különös a Szaturnusz rendszere?

A holdrendszerek közül a Jupiteré az egyetlen, amely nagyobb ellentmondások nélkül leírható a jelenleg elfogadott elméleti modellekkel. A négy nagy

Galilei-hold átlagsűrűsége és kémiai összetétele különböző. Minél távolabb kering egy hold, annál nagyobb az illóanyag-tartalma, és annál kisebb az átlagsűrűsége. Ez azt támasztja alá, hogy a holdrendszerek keletkezése idején az óriásbolygók is felmelegítették környezetüket.

A többi óriásbolygónál ezek a szabályszerűségek kevésbé vagy egyáltalán nem láthatók. Ezeknek a reguláris holdrendszerét valószínűleg teljesen átformálták a bolygókeletkezés időszakának nagy ütközései. Az óriásbolygók tömegvonzása ugyanis jelentősen felgyorsítja a holdakba csapódó testeket, növelve ezáltal az ütközések pusztító hatását. A Neptunusz valószínűleg az összes „szabályosan” keletkezett holdját elveszítette. A nagy energiájú becsapódások egyes kialakult holdakat akár többször is darabokra szakíthattak, és az egyre kevesebb illó anyagot tartalmazó darabokból esetleg újra összeállhattak a holdak. Erre a lehetőségre az Uránusz Miranda holdja hívta fel a figyelmet. A hold felszínén látható ovoidok ugyanis begyűjtött és lesüllyedt nagyobb törmelékdarabok nyomai is lehetnek (2.14. ábra).

Az Uránusz és Neptunusz rendszer különlegességéről sokat írnak, a Szaturnusz holdrendszerének furcsaságáról kevés szó esik. Van egy nagy hold, a Galilei-holdakkal összemérhető Titan, és a Jupiter reguláris holdjainál sokkal nagyobb számú, de viszonylag kicsi holdakból álló holdrendszer (2.1. ábra). Miért lett a Titan ilyen nagy? Ha volt elegendő anyag a Titan számára, akkor miért lett kicsi a többi? Talán ütközések sokasága verte szét a többi nagy holdat, és azok széttört darabjaiból lett a sok kicsi? Esetleg a Titan két test kis relatív sebességű ütközése révén tett szert ekkora tömegre? Mire utal a Iapetus $14^{\circ}7$ -os pályahajlása, amikor a reguláris holdaknál az egész Naprendszerben nem találunk 4° -nál nagyobb inklinációt? A Miranda pályahajlása is csak $4^{\circ}22$, pedig az ovoidok keletkezésével kapcsolatban sok nagy ütközés lehetősége vetődött fel. A Föld Holdjának pedig — amelyről ma már bizonyítottnak vehetjük, hogy egy hatalmas kozmikus karambol során keletkezett — csak $5^{\circ}1$ az inklinációja. Mi történhetett a Szaturnusz rendszerében? Ezekre a kérdésekre a Cassini további vizsgálataitól és a későbbi kutatásoktól várjuk a választ.

Befejezés

A hatvanas években még csak apró fénypontoknak ismertük a külső Naprendszer holdjait. A 20. század hetvenes éveitől azonban az űrkutatás jóvoltából egyre több információhoz jutottunk ezekről a távoli égitestekről is. Az új évezred elején már önálló arccal állnak előttünk ezek a fantasztikus világok. Elképesztő fejlődésnek lehettünk tanúi és részesei. Számos korábbi kérdésre megkaptuk a választ, de legalább annyi új kérdés is felvetődött.

Irodalom

- [1.] BARSHAY, S. S.–LEWIS, J. S. In: *The dusty Universe*. New York, 1975, Academic Publications.
- [2.] ILLÉS ERZSÉBET: *Természet Világa*, 2005. 3., 4.
- [3.] A Naprendszer holdjainak adattáblázatai a Csillagászati évkönyv korábbi kötetekben:
A Naprendszer holdjai. *Csillagászati évkönyv 2001*, 148. o.
A Naprendszer újabb holdjai (1). *Csillagászati évkönyv 2002*, 144. o.
A Naprendszer újabb holdjai (2). *Csillagászati évkönyv 2004*, 144. o.

Kiss László

Vörös óriás változócsillagok

A csillagok fejlődésük során az energiatermelés különböző, egymástól jelentősen eltérő fázisain mennek keresztül. Közben nemcsak a kisugárzott fényteljesítményük (luminozitásuk) változik, hanem más fontos állapotjelzőik is, például a sugaruk és a felszíni hőmérsékletük. A legtöbb csillag kétszer is áthalad a vörös óriás fázison, amikor a fajlagosan több energiát termelő reakciók beindulásával a luminozitása megnő, a csillag kezdeti méretének akár több százszorosára tágul, hőmérséklete pedig 3000-3500 K körüli értékre csökken. Látszó fényességük sok esetben emberi időskálán mérve is változik: ilyenkor beszélünk *vörös óriás változócsillagokról*.

Kutatásuk az utóbbi években fellendült, a szakirodalomban rengeteg új eredmény jelent meg velük kapcsolatban. Ez a tény, valamint a terület amatőr-csillagászati vonatkozásai indokolják a téma áttekintését. Természetesen lehetetlen volna teljességre törekedni, hiszen évente több száz szakpublikáció jelenik meg a vörös óriások fizikájával kapcsolatban, melyek közül sok foglalkozik a fényváltozásokkal és a háttérben álló fizikai mechanizmusokkal. Azokat az új eredményeket helyezzük előtérbe, amelyek – évtizedes vizuális megfigyeléseket, vagy az utóbbi néhány évben lezajlott gravitációs mikrolencse-programok méréseit felhasználva – kimondottan a fényességváltozások tanulmányozásán alapulnak.

Út a vörös óriásokig

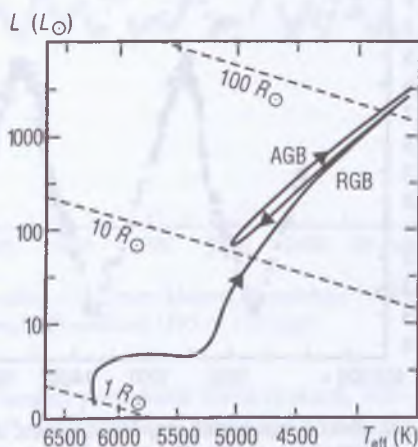
Minden csillag a *Hertzsprung–Russell-diagram* (HRD) fősorozatán kezdi életét, amikor a magbéli hidrogén–hélium fúzió felelős az energiatermelésért. A kis és közepes tömegű csillagokban (kb. $0.5-5 M_{\odot}$ között) a magbéli hidrogén elfogytával az energiatermelés kikerül a magból az azt övező hidrogénégető héjba. A csillag luminozitása megnő, emiatt felfúvódik, hőmérséklete pedig lecsökken 3000–4000 K közé. A Hertzsprung–Russell-diagramon a csillagot jelképező pont megkezdí vándorlását a jobb felső sarok felé. Az ilyen csillagok rajzolják ki a HRD-n az (első) *vörös óriáságot* (*Red Giant Branch, RGB*), amihez jól meghatározott maximális luminozitás tartozik.

A csillag fejlődésének ez az első vörös óriás fázisa akkor ér véget, amikor a már szinte csak héliumot tartalmazó magban beindul a hélium szénné való átalakulása. Ennek azonban az a feltétele, hogy a csillag tömege legalább $0.5\text{--}0.6\,M_{\odot}$ legyen. A hélium–szén fúzió hirtelen kezdődik, ami érdekes módon a csillag összehúzódásával és felmelegedésével jár. Amikor aztán a magbéli hélium nagy része átalakult szénné, hasonló folyamat kezdődik, mint az első vörös óriás állapot előtt. Az energiatermelés újra kikerül a csillag magjából az azt övező, héliumban és hidrogénben gazdag héjakba. Ekkor a csillag megint vörös óriássá válik, luminozitása megnő, felfúvódik, hőmérséklete pedig ismét lecsökken. A Hertzsprung–Russell-diagramon az ilyen csillagok a második vörös óriáságon találhatók. Ezt *aszimptotikus óriáságnak* (*Asymptotic Giant Branch, AGB*) nevezzük.

Ebben az időszakban a csillagok fejlődése markáns fordulóponthoz érkezik: a kitágulás miatt a csillag anyagának külső részei több száz R_{\odot} távolságra kerülnek a tömegközépponttól, ahol a szökési sebesség csak néhány km/s. Ilyenkor a legkisebb instabilitás is erős tömegvesztési folyamatot indít el, aminek a végén a csillag tömegének jelentős részét (akár 80–90%-át is!) elveszítheti. A csillaglégkörből kidobott anyag lassan táguló gázfelhőt alkot a csillag körül, amit a forró csillagmag intenzív sugárzása fénylésre gerjeszt. Így születik meg egy új planetáris köd (11–13. kép a színes mellékletben). A köd közepén találjuk a lassan hűlő, általában szénből és oxigénből álló egykori csillagmagot, ami – további energiatermelés nélkül – csillagászati időskálán mérve rövid idő alatt fehér törpévé válik.

A 3.1. ábrán ezt a fejlődési útvonalat láthatjuk egy $1\,M_{\odot}$ tömegű, fémszegény csillagra, elméleti számítások alapján. Az ábrán követhető a csillag sugarának változása is. A Napunkhoz hasonló csillagok kb. $200\,R_{\odot}$ méretig fúvódnak fel, miközben hőmérsékletük 3500 K-re csökken. Az elméleti modellek az első vörös óriáság és az aszimptotikus óriáság tetején nagyon bizonytalanok, mert a tömegvesztést rendkívül nehéz figyelembe venni a számításokban.

Ennek a vázlatosan bemutatott fejlődésnek fontos kísérőjelenségei a csillagok instabilitásai. A vörös óriás változócsillagoknál két alapvető instabilitás léphet fel.



3.1. ábra. Egy $1\,M_{\odot}$ tömegű, fémszegény csillag elméleti fejlődési útvonala a Hertzsprung–Russell-diagramon

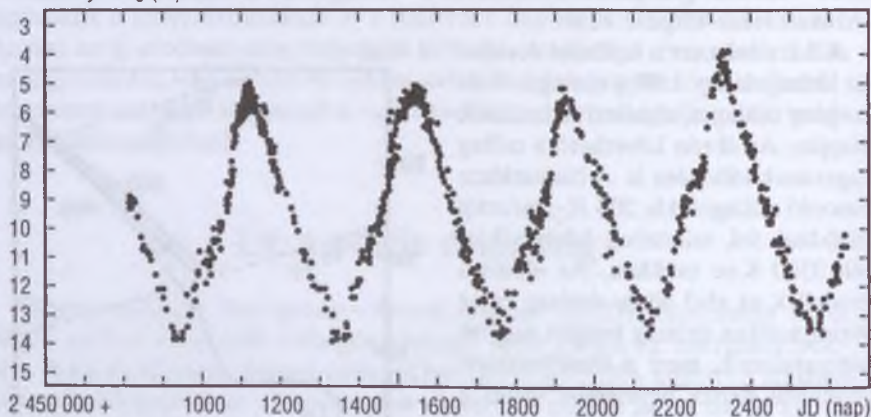
A *pulzációs instabilitás* a csillagok periodikus kitágulását és összehúzódását eredményezi. Ezt hasonló folyamatok gerjesztik, mint pl. az *RR Lyrae* és *cefeida* típusú változócsillagokban. A nagy luminozitás és sugár, valamint a viszonylag kis tömeg következtében a pulzáció periódusa sokkal hosszabb, mint a klasszikus pulzáló változóknál. Egy $100 R_{\odot}$ sugarú és $8 M_{\odot}$ tömegű cefeida 15–20 napos periódussal tágul ki és húzódik össze. Egy $200 R_{\odot}$ sugarú és $1 M_{\odot}$ tömegű vörös óriásra viszont 200–300 napos periódus jellemző.

Az *energiatermelési instabilitás* okai a hidrogén- és héliumégető héjakban zajló változások, jellemző időskálájuk néhány száz évtől százezer évig terjed.

Fénygörbék és változócsillagok

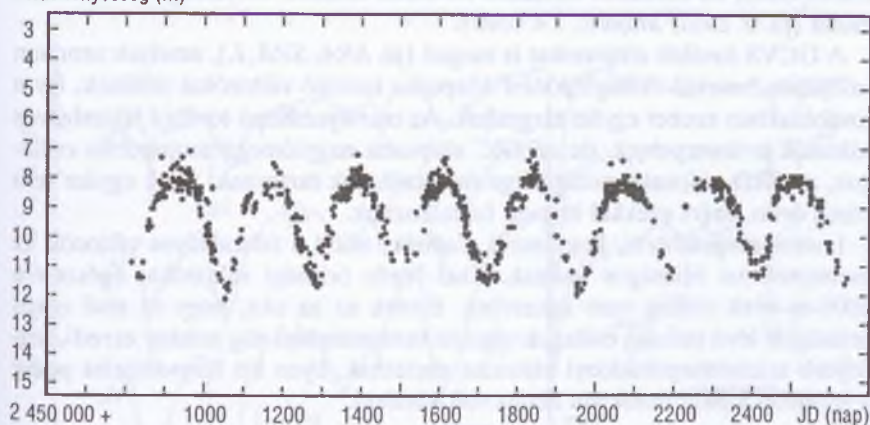
A *Változócsillagok Általános Katalógusa (GCVS)* több típusba sorolja a pulzáló vörös óriásokat. Az osztályozás alapja a vizuális tartományban tapasztalható fényváltozás amplitúdója, illetve szabályossága. Az utóbbi évek eredményeinek tükrében a osztályozás nagyjából leképezi az alapvető fizikai különbségeket, de bizonyos altípusok létjogosultsága megkérdőjelezhető. Éppen ezért e cikk keretében csak a legfontosabb típusokat tárgyaljuk. Részletesebb információkat a [7.] forrásban lehet találni.

látszó fényesség (m)



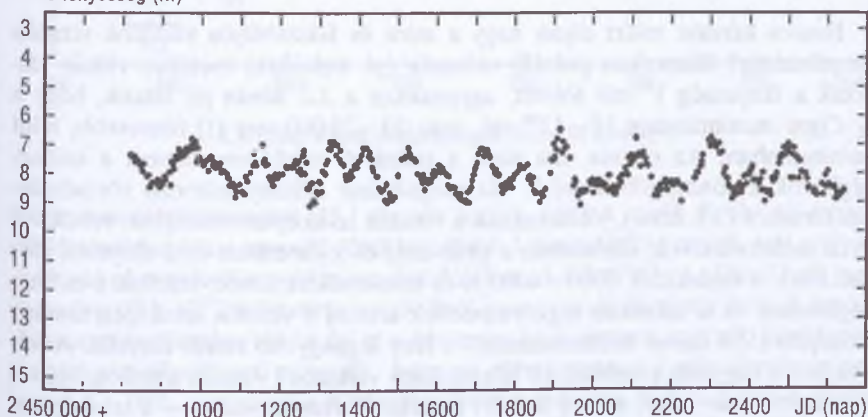
3.2. ábra. A legnagyobb amplitúdójú mira, a χ Cygni fénygörbéje 1998 és 2002 között, az MCSE Változócsillag-észlelő Szakcsoport észlelései alapján. A csillag átlagos periódusa 408 nap

látszó fényesség (m)



3.3. ábra. Az *S Ursae Majoris* fényváltozásai 1998 és 2002 között ($P = 226$ nap)

látszó fényesség (m)



3.4. ábra. Egy klasszikus félszabályos változócsillag, a *Z Ursae Majoris* fénygörbéje 1998 és 2002 között. A csillag két periódussal jellemezhető (195 és 100 nap)

A *Mira Ceti* típusú változók (*mirák*) hosszú periódusú vörös óriások, 100–1000 nap közötti periódussal, $2^m.5$ – 11^m amplitúdóval, többé-kevésbé szabályosan ismétlődő fénygörbével. Ide tartozik például a χ Cygni és az *S Ursae Majoris* (3.2. és 3.3. ábra).

A félszabályos (*szemireguláris*, *SR*) típusú változók $2^m.5$ -nél kisebb amplitúdójúak, periódusuk 10–1000 nap közé esik. Fénygörbéjük igen távol áll a

szabályostól, és időnként hosszabb-rövidebb állandó fényességű szakaszokat mutat (pl. *Z Ursae Majoris*, 3.4. ábra).

A GCVS további altípusokat is megad (pl. *SRA*, *SRB*, *L*), amelyek azonban valójában hasonló csillagfejlődési állapotba tartozó változókat jelölnek, így a továbbiakban ezeket együtt tárgyaljuk. Az osztályozásban további félszabályos változók is szerepelnek, de az *SRC* altípusba nagytömegű szuperóriás csillagok, az *SRD* altípusba pedig sárga óriáscsillagok tartoznak. Ezek egyike sem vörös óriás, ezért ezekkel itt nem foglalkozunk.

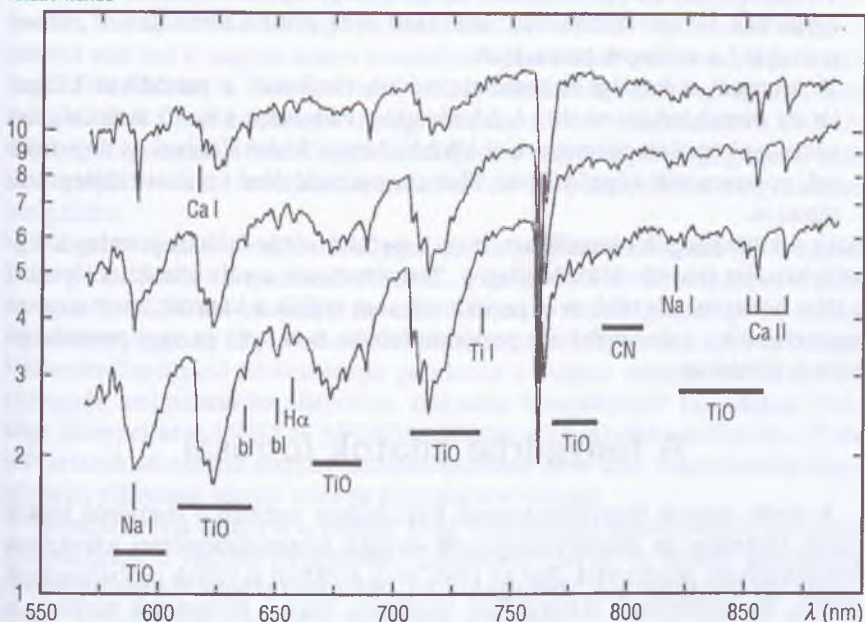
Fontos megemlíteni, hogy mind a mirák, mind a félszabályos változók az aszimptotikus óriáságon vannak. Első vörös óriásági változókat egészen a 2000-es évek elejéig nem ismertünk. Ennek az az oka, hogy az első vörös óriáságon lévő pulzáló csillagok vizuális tartományban alig néhány ezred-, legfeljebb századmagnitúdónyi változást mutatnak. Ilyen kis fényváltozást pedig a legújabb időők rendkívül nehéz volt kimérni.

A pulzáció legfontosabb tulajdonságai

Fontos kérdés: miért olyan nagy a mira és félszabályos változók vizuális amplitúdója? Klasszikus pulzáló változók (pl. cefeidák) esetében ritkán változik a fényesség 1^m -nál többet, ugyanakkor a 3.2. ábrán jól látszik, hogy a χ Cygni maximumban $10-11^m$ -val, azaz $10-20\,000$ -szer (!) fényesebb, mint minimumban. Az eltérés oka nem a pulzáció módjában, hanem a csillag-légkörök különbségében rejlik. Ha megnézünk néhány jellemző vörösóriás-spektrumot (3.5. ábra), jól látszanak a vizuális színeképtartományban rendkívül erős molekulasávok, elsősorban a titán-oxid és a vanádium-oxid elnyelési sávjai. Ezek a molekulák $3000-4000$ K-es hőmérséklet között stabilak a csillag-légkörben, és a számított légkörmodellek szerint a vizuális színeképtartomány közepén (550 nm-es hullámhosszon) a fény legnagyobb részét elnyelik. A mirák (és a nagyobb amplitúdójú félszabályos változók) vizuális amplitúdója tehát azért olyan nagy, mert a légköri molekulák fényelnyelése – a színeképtben a molekulasávok erőssége – nagyon érzékeny a hőmérsékletre. Amikor a pulzáció során egy mira hőmérséklete $200-300$ K-t csökken, a légkör túlnyomó része a csaknem átlátszóból szinte teljesen átlátszatlanává válik, a hőmérséklet növekedésekor pedig fordított folyamat játszódik le.

Ha valós képet szeretnénk alkotni a vörös óriások rezgéseiről, az infravörös színeképtartományban kell méréseket végezni, ahol a légköri molekulák fényelnyelése elhanyagolható. A számítások és a tapasztalat szerint a $2.2\ \mu\text{m}$ -es, K jelű sávban szinte teljesen átlátszó a vörös óriások légköre, és az itt mérhető változások a luminozitás tényleges változásait jellemzik. Dél-afrikai kutatók

relatív fluxus



3.5. ábra. Vörös óriáscsillagok jellemző színekepei

több éves méréssorozatai [13.] alapján tudjuk, hogy a mirák K sávbeli amplitúdója néhány tized magnitúdótól legfeljebb 1 magnitúdóig terjed, ami nagyon hasonló pl. a cefeidák optikai amplitúdójához. A félszabályos változóknál gyakoriak a $0^m1 - 0^m2$ infravörös amplitúdók, azaz a pulzáló vörös óriások valódi luminozitásváltozása ritkán éri el a kétszeres-háromszoros szorzót. Spektroszkópiai vizsgálatok azt mutatták, hogy az ehhez tartozó sugárváltozás mindössze 5–10%, ami szintén jól összevethető a cefeidák és RR Lyrae-k relatív sugárváltozásával. Összességében tehát a vörös óriások és az instabilitási sávban lévő változók csillagreggése hasonló jellegűek. Néhány fontos különbséget azonban ki kell emelni:

- A vörös óriásokban rendkívül fontos szerepet játszik a *konvektív energia-terjedés*. A csillagok belsejének túlnyomó részét a konvektív zóna tölti ki, amiben a kifelé haladó energia forró gázbuborékok közvetítésével terjed. Ezen buborékok mechanikai és termodinamikai tulajdonságait nagyon bizonytalanul ismerjük, ezért a pulzációval való kölcsönhatásukról alig tudunk valamit. A kérdés elméleti tárgyalása az asztrofizika legnehezebb területei közé tartozik.

- Az energiatermelés instabilitásai szintén bonyolítják a képet, mivel a velük egyidőben fellépő luminozitásváltozások akár emberi időskálán is „elhangolhatják” a csillagok pulzációját.
- A kiterjedt csillaglégbőr összetett módon viselkedik a periodikus kitágulás és összehúzódás során. A hőmérséklet változását követő molekulásáv-változások mellett számolni kell lökéshullámok kialakulásával és terjedésével, porszemcsék képződésével, illetve a pulzáció által kiváltott tömegvesztéssel is.

Ezek a különbségek okozzák azt, hogy a pulzáló vörös óriások jelenleg a legtöbb kérdést felvető változócsillagok. Természetesen a változások időléptéke, a több hónapos, sőt több éves periódusok sem segítik a kutatást, mert nagyon megnehezítik a teljes pulzációs periódust lefedő, homogén és nagy pontosságú adatok felvételét.

A fénygörbe adatok forrásai

A vörös óriások fényváltozásainak kutatásában egészen a legutóbbi időkig szinte kizárólag az amatőr csillagászok vizuális fényességbecslései jelentettek felhasználható adatforrást. Bár az 1960-70-es években is voltak próbálkozások pontos fotoelektromos fénymérések végzésére, ezek a programok azonban a legritkább esetben tartottak ki 2–3 évnél tovább, 5–6 évig pedig egyetlenegy sem folyt. A mirák esetében a fénygörbék nagy amplitúdói még a kis pontosságú vizuális észlelésekkel is jó jel/zaj viszonyú adatsorokat eredményeztek. A félszabályos csillagok kisebb amplitúdói mellett azonban az amatőr adatok jel/zaj viszonya erősen korlátozta a felhasználást.

A legnagyobb amatőr csillagász szervezetek még a 19. sz. legvégén, vagy a 20. sz. legelején alakultak¹, így bizonyos csillagokra már akár 100 év időtartamú vizuális adatsorok is léteznek. Az évtizedes fénygörbék a nagy múltú szervezetek adatbázisaiból összegyűjthetők és ezek felhasználásával vizsgálhatók a hosszú távú jelenségek.

Az említett szervezetek közül kétségkívül az *AAVSO*-nak van a legnagyobb adatbázisa, melybe fénygörbe grafikonok lekérésével betekintheünk². A közeljövő tervei között szerepel a közel 12 millió észlelést tartalmazó *AAVSO*

1. A legjelentősebb szervezetek a következők: Brit Csillagászati Társaság, Változócsillag Szakcsoport (British Astronomical Association, Variable Star Section, BAAVSS); Amerikai Változócsillag-észlelők Társasága (American Association of Variable Star Observers, AAVSO); Francia Változócsillag-észlelők Társasága (Association Française des Observateurs d'Etoiles Variables, AFOEV); Japán Változócsillag-észlelők Ligája (Variable Star Observers' League in Japan, VSOLJ).

2. Az AAVSO honlapja www.aavso.org.

adatbázis elérhetővé tétele az interneten keresztül. Ha ez megtörténik, várhatóan sok új felfedezést fog eredményezni. Az *AFOEV* interneten elérhető adatait már ma is nagyon sokan használják³. Hasonlóan hasznosak a *BAAVSS* és a *VSOLJ* adatai is, melyek néhány csillag esetében a 19. sz. legvégétől indulnak (pl. az *R Cygni* esetében a legrégebbi pont 1891-ből származik és 1901-től teljesen folyamatos a brit fénygörbe). Sajnos e szervezetek megfigyelései csak a vezetőjükkel való közvetlen kapcsolatfelvétel után szerezhetők meg részletes vizsgálatra.

Más szervezetek a fentiektől függetlenül is gyűjtenek adatokat (pl. a német BAV és BBSAG, az új-zélandi *RASNZ*, a belga *VVS WVS*, a spanyol *GEOS* és a cseh *MEDUZA* csoport), de ezek kevesebb adatot gyűjtöttek be eddig, az adatsoraik pedig 25–30 évnél nem hosszabbak. Magyarországon az *MCSE Változócsillag-észlelő Szakcsoportja* gondozza a magyar amatőr észlelések archívumát, ami naprakész állapotban szabadon hozzáférhető⁴ (az adatok többsége szerepel az AAVSO és AFOEV adatbázisában is). Jellemzően 30–35 év időtartamú adatsorok alapján tanulmányozható több száz változócsillag fénygörbéje, túlnyomó részük mira és félszabályos változó.

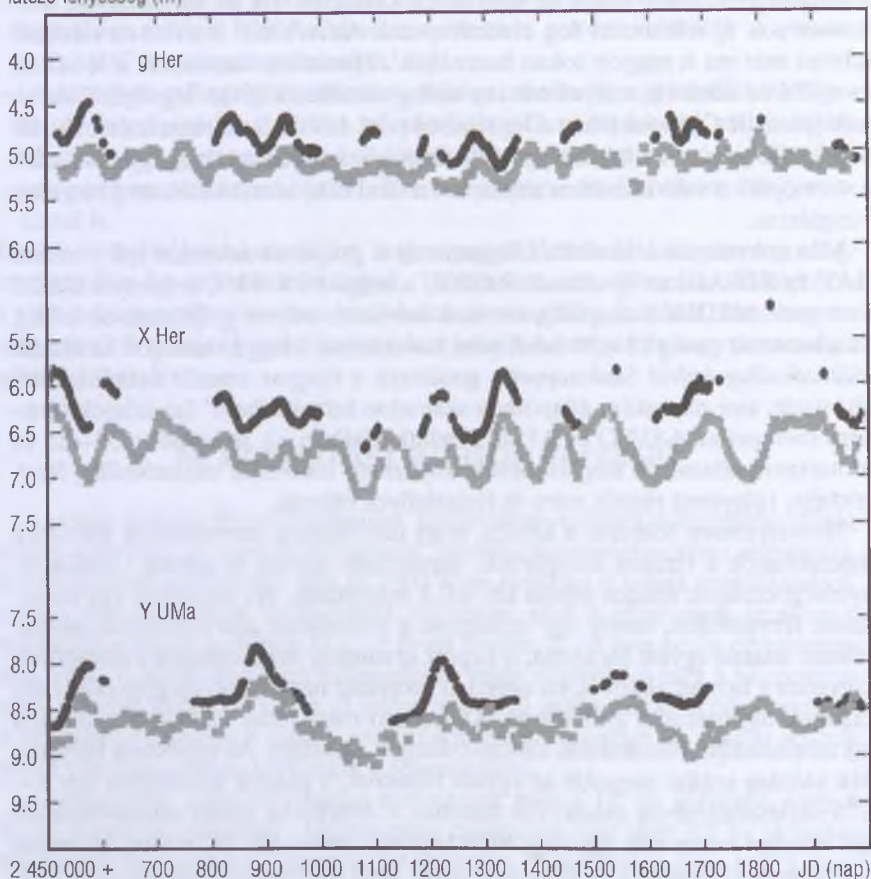
Természetesen felmerül a kérdés, hogy tudományos szempontból mennyire használhatók a vizuális fénygörbék. Tapasztalat szerint az egyedi vizuális fényességbecslések átlagos hibája kb. ± 0.3 magnitúdó. Ha ránézünk egy összefésült fénygörbére, amely egy csillagnak a különböző szervezeteknél megtekinthető adatait együtt ábrázolja, a kapott eredmény néha egészen kiábrándító. Ugyanez a helyzet akkor is, ha egyetlen szervezet nagyszámú megfigyelését ábrázoljuk ugyanazon a grafikonon. Különösen rossz lehet az első benyomás a kis amplitúdójú, félszabályos változócsillagok esetében. Az egyesített fénygörbék szórása sokkal nagyobb az egyedi hibáknál, a pontok jellemzően egy $1-1^m5$ szélességű sávba esnek. Ha azonban a fénygörbe sűrűn mintavételezett (pl. minden napra esik egy vagy több becslés), akkor két, öt, esetleg tíz napra vett átlagokat számolva és ábrázolva sokat javul a fényváltozásról alkotott kép. Ez a javulás annak köszönhető, hogy független megfigyelések hibái is függetlenek, ezért a számított átlagpontok hibája fordítottan arányos az egy ponttá összeátlagolt észlelések számának négyzetgyökével. További javulást eredményezhetnek különböző zajsűrítő technikák, ám ezekkel nagyon óvatosan kell bánni.

Az amatőr észlelések felhasználhatóságáról az 1990-es évek vége óta vannak megbízható információink. Ekkor álltak munkába olyan automatizált mérőrendszerek, amelyek a vizuális megfigyelésekkel egy időben precíz fotoelektromos és CCD-fotometriai méréseket végeznek. A 3.6. ábrán ilyen egyi-

3. Az AFOEV honlapja: cdsarc.u-strasbg.fr/pub/afoev.

4. A szakcsoport honlapja vcssz.mcse.hu.

látszó fényesség (m)



3.6. ábra. Három fényes félszabályos változó fotoelektromos (fekete sáv), illetve átlagolt és zajszűrt vizuális (szürke sáv) fénygörbéjének összehasonlítása

dejű mérések eredményét láthatjuk három fényes félszabályos változóról [8.]. A felső adatsorok az arizonai Fairborn Obszervatóriumban található automata fotoelektromos távcsővel készültek, az egyedi mérések pontossága $0^m.01$. A szürke színű sáv az átlagolt és zajszűrt vizuális adatokat ábrázolja. Jól látszik, hogy a fényváltozások menete szinte teljesen párhuzamos az adatképekben, a vizuális adatok még a $0^m.1$ nagyságú kis hullámokat is egyértelműen jelzik. A létező korlátokat szem előtt tartva mára szakmai körökben is elfogadott, hogy periódusok, periódusváltozások, hosszú távú jelenségek kimutatására a vizuális észlelések is megbízhatók. Ráadásul a vizuális fénygörbék az észlelésekben

részt vevő amatőrök nagy száma miatt sokkal folytonosabbak, mint a tipikus profi mérések, így nem jelentkezik a periódus meghatározásában a hiányos adatsorok által okozott bizonytalanság.

Mint a változócsillagászat annyi ága, a vörös óriások kutatása is új lendületet kapott a mikrolencse-programok során mért változócsillag-fénygörbék tízezeitől [9.]. A két legnagyobb hatású projekt a lengyel–amerikai *OGLE* (*Optical Gravitational Lensing Experiment*), valamint az amerikai–ausztrál *MACHO* (*Massive Compact Halo Objects*) program volt. Ezek közül a *MACHO* 2000 elején lezárult, míg az *OGLE* 2005-ben a projekt III. fázisában jár, felújított kameraival minden derült éjjel új méréseket végeznek a chilei észlelőhelyről. Ennek megfelelően sok ezer változócsillagról már 5–10 éves, folyamatos méréssorozat áll rendelkezésre, ami a vörös óriások jellemző pulzációs periódusaival összevetve is elegendően hosszú adatsor. Mindkét program a *Nagy Magellán-felhő*, a *Kis Magellán-felhő* és a Tejútrendszer központja irányában végezte a méréseket, így adataik két fémszegény galaxis (Magellán-felhők), illetve egy hozzájuk képest fémgazdag galaktikus komponens változócsillagairól adnak képet. A két Magellán-felhő különösen fontos, mivel a bennük lévő csillagok gyakorlatilag azonos távolságban találhatók tőlünk. A látszó fényességeket a galaxisok távolságmodulusaival korrigálva azonnal abszolút fényesség értékeket kapunk. Az abszolút fényesség ismeretében megvizsgálható, hogyan függ a pulzáció a luminozitástól, ezen keresztül pedig a csillagfejlődési állapottól.

Periódus–fényesség–relációk

A fénygörbékből kinyerhető információk természetesen eléggé korlátozottak. A periódusok, az amplitúdók, illetve ezek időbeli változása a *matematikai idősor-analízis* módszereivel határozhatók meg. A leggyakrabban alkalmazott módszer a *Fourier-analízis*, illetve a belőle lezármaztatott egyéb eljárások. Gyakori az *idő-frekvencia módszerek* (pl. *wavelet analízis*) használata, melyekkel a fénygörbe periodikus komponenseinek időbeli változása tanulmányozható (pl. a periódus és amplitúdó hosszú időskálájú változásai). Újabban egyre népszerűbbek a *nemlineáris módszerek*, melyeknek az az alapfeltevése, hogy egy változócsillag fénygörbéje közvetlenül összefüggésbe hozható a csillagrezgést kiváltó mélyebb fizikai összefüggésekkel (pl. a kaotikus rendszerek analízisével kimutatható a szorosan csatolt rezgési állapotok kölcsönhatása).

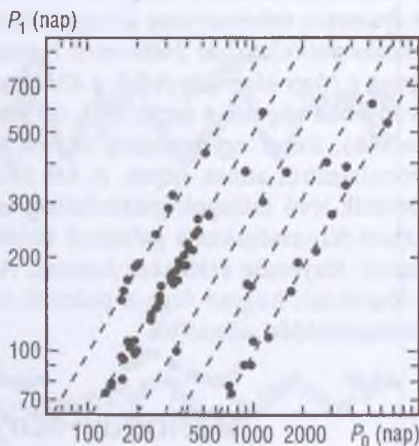
A mira és félszabályos változók fénygörbéik alapján nagyon jól elkülönülnek. Legtöbb mira egy domináns periódussal jellemezhető, ami azonban közel sem annyira állandó, mint pl. a cefeidák periódusa. A mirák többségénél

1–2%-os *perióduszaj* tapasztalható, azaz két egymást követő maximum közötti időtartam ciklusról ciklusra, véletlenszerűen 1–2%-nyit változhat. Néhány csillagnál hosszú távú szisztematikus változást találtak (erről a továbbiakban még lesz szó).

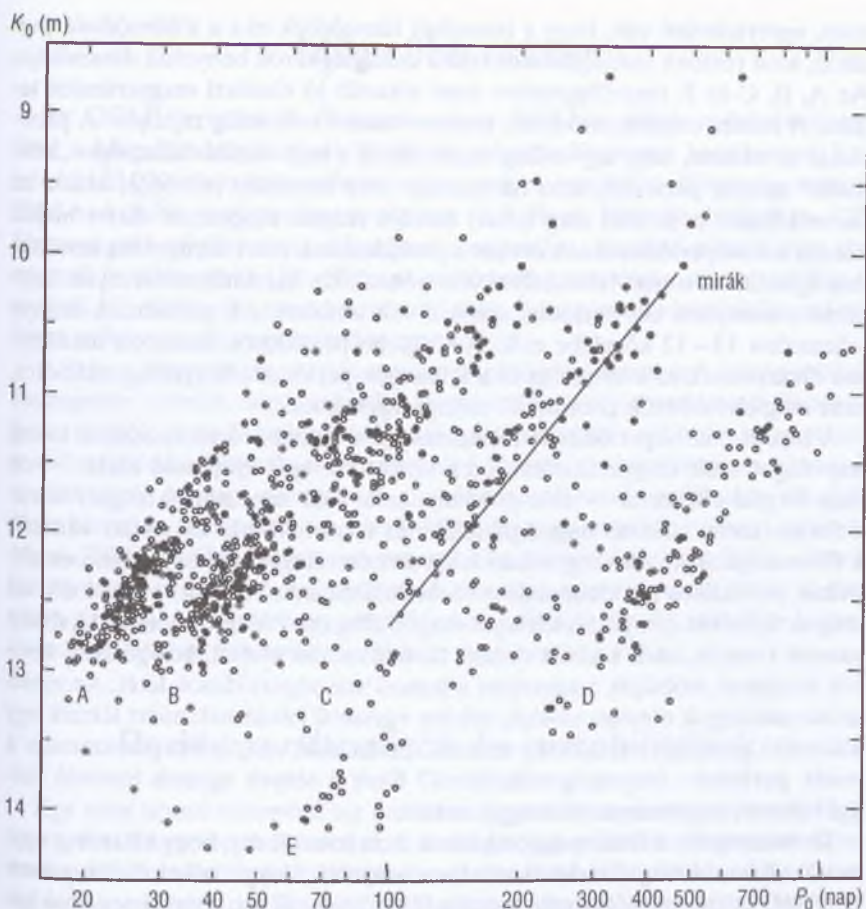
Ezzel szemben a félszabályos csillagok fénygörbéi változatos lefutásúak, és a periódus meghatározására szolgáló módszerek többségével két-három – vagy még több – egymástól jelentősen különböző periódust lehet kimutatni. Sokáig az volt az uralkodó nézet, hogy ez csupán a légköri rétegek véletlenszerű viselkedése miatt van, azaz az SR csillagok változásai jórészt *irregulárisak*, a kapott periódusokhoz pedig nem társítható fizikai jelentés.

Az első kiterjedt, vizuális adatokon alapuló vizsgálatok azonban rámutattak, hogy a félszabályos változók többszörös periódusa nem csak általános jelenség, hanem a periódusok arányában figyelemre méltó szabályosság mutatható ki. A 3.7. ábrán közel száz SR-csillag 50–70 év időtartamú vizuális fénygörbéiből kapott első és másodlagos periódus összefüggését láthatjuk. Minden csillagra ábrázolták a rövidebb periódus (P_1) nagyságát a hosszabb periódus (P_0) függvényében [4.]. Három egyértelmű, illetve két bizonytalanabb sorozat látható a grafikonon. Vagyis egy SR-csillag esetében a két periódus aránya nem véletlenszerű, hanem néhány meghatározott periódusarány valamelyikével egyezik meg. Mindez úgy értelmezhető, hogy a többszörös periódus oka a *többmódusú pulzáció*: a csillagokban több, egymástól független rezgési állapot (módus) gerjesztődik. Az alapmódusban az egész csillag gömb-szimmetrikusan egyszerre tágul és összehúzódik. A különböző magasabb módusokban (felhangokban) pedig csomófelületek osztják a csillagbelsőt ellentett fázisban mozgó tartományokra.

PETER WOOD, a vörös óriások elméleti modellezésének vezető kutatója a MACHO program adatait felhasználva 2000-ben kimutatta, hogy a mirák és félszabályos változók feltűnően szabályos *periódus–fényesség-relációkat* követnek. A Kis Magellán-felhőben talált 800 db vörös óriás periódusa, illetve K sávban mért fényessége Wood vizsgálatai szerint öt különböző periódus–fényesség-relációt rajzol ki (3.8. ábra), melyek közül a C-vel jelölt sávban talál-



3.7. ábra. 93 félszabályos változó perióduspárjainak eloszlása



3.8. ábra. A Nagy Magellán-felhő 800 vörös óriás változójának periódus – fényesség-relációi

hatók a mirák. Wood modellszámításokkal igazolta, hogy a C sáv az alpmódusú, a B sáv az első felhangú, az A sáv pedig a második és harmadik felhangú pulzációt végző csillagoknak feleltethető meg. Az E jelű sáv óriáscsillagokból álló fedési kettősöket tartalmaz, míg a D jelű sávban a hosszú másodperiódusú változók találhatók [15.].

A mirák infravörös periódus – fényesség-relációját már 1981 óta ismertük [3.], a félszabályos változók esetében azonban igen meglepő volt a felfedezés. Mivel a vizsgált csillagok jelentős hányada több periódus – fényesség-relációhoz is tartozott a többszörösen periodikus fénygörbéknek köszönhe-

tően, egyértelművé vált, hogy a bonyolult fénygörbék oka a többmódusú pulzáció, amit részben szabálytalanná tesz a csillaglégkörök bonyolult dinamikája. Az A, B, C és E összefüggésekre ezzel sikerült jó elméleti magyarázatot találni. A hosszú másodperiódusok eredete viszont mindmáig rejtélyes. A problémát az okozza, hogy egy csillag alapl módusa a leghosszabb lehetséges „normális” rezgési periódus, azaz ha van egy még hosszabb periódus, akkor az semmiképpen nem felel meg ismert fizikájú rezgési állapotnak. Azért hívjuk hosszú másodperiódusoknak ezeket a periódusokat, mert szinte soha nem járnak egyedül: az ismert félszabályos változóknak kb. harmada mutat olyan fénygörbét, amelyben két periódus uralja a változásokat, s a periódusok aránya jellemzően 10–12 közelébe esik. A rövidebb periódusok általában tökéletesen illeszkednek az alapl módus és a felhangok periódus–fényesség-relációira, azaz megfeleltethetők „normális” csillagrezgéseknek.

A hosszú másodperiódusok felfedezése óta különböző elképzelések láttak napvilágot azok magyarázatára. Ezek között szerepel ellipszoid alakú – de nem forgási ellipszoid – csillag, amely lassú, több ezer napos tengely körüli forgás során változó nagyságú felülettel fordul felénk, és emiatt változik a fényessége. További magyarázat lehet kettőscsillagok fedése, mágneses aktivitás, periodikus porkibocsátás a vörös óriások külső légköri rétegeiben, de még az új fizikát igénylő, különleges rezgési állapotok feltételezése is. Újabban vannak kutatók, akik a vörös óriássá fúvódás során elnyelt, bolygószerű kísérők hatásával próbálják magyarázni a hosszú másodperiódusok létét. Azonban szinte mindegyik elmélet elbukik néhány egyszerű kérdésnél: miért létezik egy különálló periódus–fényesség-reláció? És ha már van, miért párhuzamos a mirák periódus–fényesség-relációjával? Ezek a tények ugyanis hasonló fizikai hátteret sugallnának mindegyik esetre.

Természetesen a fenti megmondolások nem jelentik azt, hogy kizárólag egyszerű, többmódusú pulzáció okozhatja a bonyolult fénygörbéket. Néhány esetben több évtizedes időtartamú vizuális fénygörbékből alacsony dimenziójú kaosz jelenlétére következtettek, amit erős kölcsönhatásban levő, esetleg rezonanciához közeli periódusarányú rezgések eredményezhetnek (pl. *R Cyg* [5.], *R UMi*, *RS Cyg*, *V CVn* és *UX Dra* [1.]). Más csillagoknál a konvekció által gerjesztett, *Nap típusú rezgésekre* utaló jeleket találtak, de a csillag körüli porfelhők és a rezgések kölcsönhatása is okozhat látszólag többszörösen periodikus fénygörbét. Mindenesetre a nyitott kérdések miatt a közeljövőben is sok új eredmény várható.

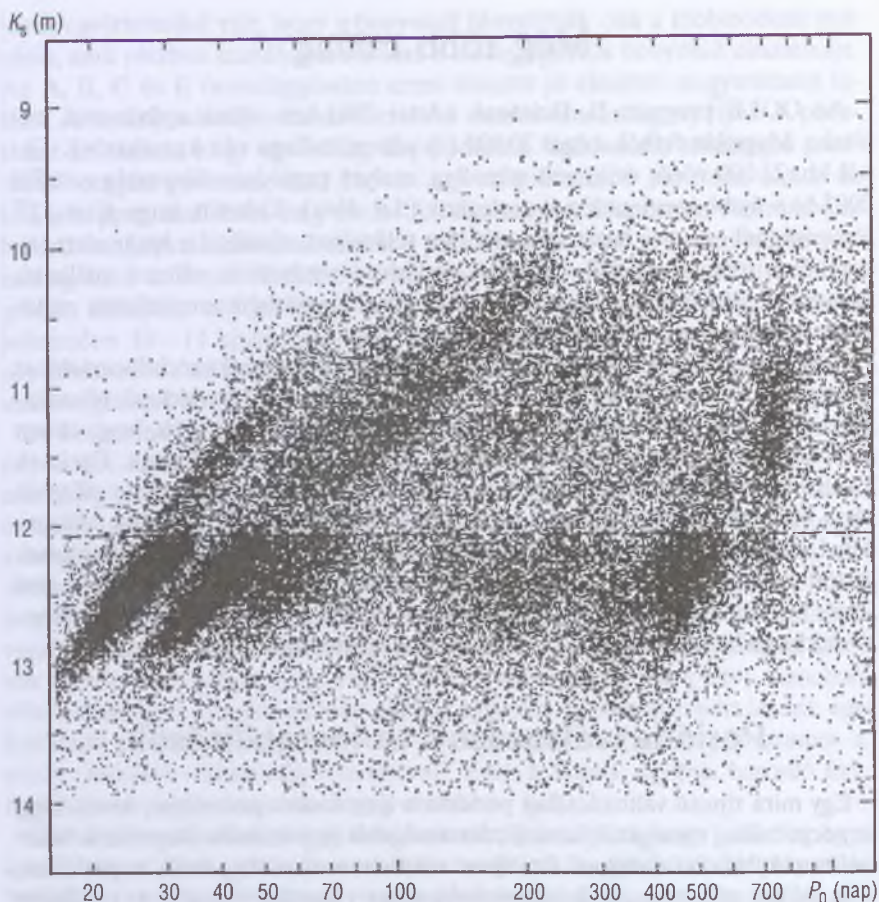
Még több csillag

Az OGLE program II. fázisának adatai 2001-ben váltak nyilvánossá, ezáltal a Magellán-felhők közel 70 000 (!) változócsillaga vált kutathatóvá. Eből kb. 23 000 vörös óriás változócsillag, melyek periódus – fényesség-relációi 2003-ban újabb meglepetéssel szolgáltak (3.9. ábra). Kiderült, hogy $K = 12^m$ fényességnél egy éles határ választja el a relációkat, ráadásul a határ alatt tízezerénél is több, rövid (20–50 nap) periódusú vörös óriás változó található, melyek jól elkülönülő sávokba rendeződnek. Fénygörbéik amplitúdója mindössze néhány ezred vagy század magnitúdó [6].

A színre, fényességre, periódusra és amplitúdóra vonatkozó információkat összegezve kiderült, hogy ezek a kis amplitúdójú és rövid periódusú, félszabályos változók az első vörös óriáság csillagai. Korábban azt hittük, hogy ebben a csillagfejlődési állapotban nem lépnek fel pulzációs instabilitások. Ezeknek az első vörös óriásági csillagoknak a periódus – fényesség grafikonon elfoglalt sávja bizonyos átfedést mutat a leghalványabb aszimptotikus óriásági csillagokéval, 2000-ben Wood ezért nem ismerte fel a létezésüket. Vizsgálatuk többek között azért is érdekes, mert gömbhalmazokban nagy számban találunk első vörös óriásági csillagokat, így pulzációjukat az RR Lyrae változókéhoz hasonló módon lehetne felhasználni a halmazok tanulmányozására.

Periódusváltozások és instabilitások

Egy mira típusú változócsillag periódusa igen fontos paraméter, amely függ az adott csillag tömegétől, korától, fémességétől és pulzációs állapotától. Mint említettük, mirák esetében általában véletlenszerűen ingadozik a periódus, ugyanakkor néhány esetben erős és folyamatos változást mutattak ki (elsőként az *R Aql*, *R Hya* és *W Dra* esetében). Wood és Zarro számításai szerint a periódusváltozások mértéke jó összhangban van azzal az abszolútfényesség-változással, amit a csillagmagot övező héliumhéjban jószolt energiatermelési instabilitások sugallnak [14.]. Az asztrofizikai kép a következő. Egy mira csillag belső szerkezete meglehetősen összetett. Legbelül egy energiát már nem termelő szén-oxigén mag található, amit egy héliumégető héj övez. Fölötte hidrogénhéj helyezkedik el, ami a csillag kiterjedt légkörébe van beágyazva. A számítások szerint durván százezer évenként a héliumhéjban energiatermelési instabilitás lép fel (*héliumhéj-fellobbanás*), ami befolyásolja a csillag fejlődését. Megfigyelhető következményként a periódus gyors és erős változása lép fel.



3.9. ábra. A Nagy Magellán-felhő 23 000 vörös óriás változójának periódus – fényességrelációi. A szaggatott vonal az első vörös óriáság tetejét (maximális luminozitását) jelzi.

A $P = 730$ nap körüli függőleges sáv az OGLE – II adateloszlásából származó hamis éves periódusok miatt jelenik meg

A jelenség képviselőjeként több jelölt is felbukkant a szakirodalomban. Hazai vonatkozású eredmény, hogy 1995-ben GÁL és SZATMÁRY a $T\text{ UMi}$ esetében találtak gyors perióduscsökkenést (313 napról 283 napra) [2.]. 2003-ban frissítették a vizsgálatot, ugyanis az új adatok további erős periódusváltozást jeleztek: 2002 végére a $T\text{ UMi}$ periódusa 200–220 nap közé csökkent, ami egyedülállóan nagy periódusváltozás! A 3.10. ábrán a $T\text{ UMi}$ periódusának

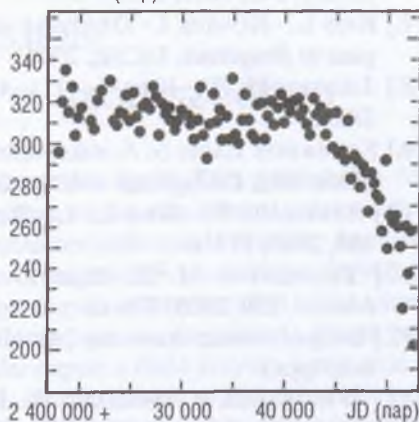
időbeli változása látható 1913 és 2002 között, amatőr csillagászok vizuális adatai alapján [10].

TEMPLETON és munkatársai 2005 elején közzétették az eddigi legteljesebb periódusvizsgálatot mira változókra, felhasználva az AAVSO adatbázisát [11.]. Az 547 legjobban észlelt mira évtizedes fénygörbéit a legfejlettebb idő–frekvencia módszerekkel analizálták, és a teljes mintában a T UMi mutatta a legerősebb periódusváltozást. A T UMi-val együtt összesen nyolc csillagnál mutattak ki egyértelmű változást a pulzáció periódusában. A periódusváltozások mértéke, statisztikus gyakorisága és iránya követi a héliumhéj-fellobbanás modelljének jóslatait, azaz a megfigyelések alátámasztják az elméleti megfontolásokat.

A héliumhéj-fellobbanás legerősebb bizonyítéka az aszimptotikus óriásági csillagok jelentős hányadában kimutatott radioaktív technécium, aminek mindössze 200 000 év a felezési ideje. A színképekben való megjelenése a héliumhéj-fellobbanás során termelt, majd a konvektív mozgások által felkavart radioaktív fúziós melléktermékek létét igazolja.

A T UMi esetében különösen érdekes, hogy a periódusváltozás jelenlegi üteme mellett a periódus pár éven belül nullára csökkenne, azaz mindenképpen hamarosan történni fog valami a csillaggal. Amennyiben érvényesek a héliumhéj-fellobbanás vonatkozó számítások, a jelenlegihez hasonló gyorsaságú periódusnövekedésnek kell következnie, aminek a kimutatásához az amatőr csillagászok további észlelései rendkívül fontosak.

ciklushossz (nap)



3.10. ábra. A T Ursae Minoris periódusának erős változása

Irodalom

- [1.] BUCHLER R. J.–KOLLÁTH Z.–CADMUS R. R., JR.: *Astrophysical Journal*, **613**, 2004, 532. o.
- [2.] GÁL J.–SZATMÁRY K.: *Astronomy and Astrophysics*, **297**, 1995, 461. o.
- [3.] GLASS I.–LLOYD EVANS T.: *Nature*, **291**, 1981, 303. o.
- [4.] KISS L. L.–SZATMÁRY K.–CADMUS R. R., JR.–MATTEI J. A.: *Astronomy and Astrophysics*, **346**, 1999, 542. o.

- [5.] KISS L. L.–SZATMÁRY K.: *Astronomy and Astrophysics*, **390**, 2002, 585. o.
- [6.] KISS L. L.–BEDDING T. R.: *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **343**, 2003, L79.
- [7.] KISS L.–KOVÁCS I.–DEREKAS A.–MIZSER A.: *Változócsillagok katalógusa és fénygörbéi*, MCSE, 2004.
- [8.] LEBZELTER T.–KISS L. L.: *Astronomy and Astrophysics*, **380**, 2001, 388. o.
- [9.] SZABADOS LÁSZLÓ: A mikrováltozó-csillagászat és a mega-változócsillagászat felé. *Csillagászati évkönyv 2001*, 237. o.
- [10.] SZATMÁRY K.–KISS L. L.–BEBESI Zs.: *Astronomy and Astrophysics*, **398**, 2003, 277. o.
- [11.] TEMPLETON M. R.–MATTEI J. A.–WILLSON L. A.: *Astronomical Journal*, **130**, 2005, 776. o.
- [12.] <http://vcssz.mcse.hu> (Az MCSE Változócsillag-észlelő Szakcsoport honlapja.)
- [13.] WHITELOCK P.–MARANG F.–FEAST M.: *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **319**, 2000, 728. o.
- [14.] WOOD P. R.–ZARRO D. M.: *Astrophysical Journal*, **247**, 1981, 247. o.
- [15.] WOOD P. R.: *Publications of the Astronomical Society of Australia*, **17**, 2000, 18. o.

Szabó Sándor

Napfogyatkozás a szomszédban

2005-ben két napfogyatkozás következett be: április 8-án gyűrűs/teljes fogyatkozás volt a Csendes-óceán térségében, de ez alig érintett szárazföldet; október 3-án pedig egy gyűrűs fogyatkozás centrális vonala érintette Európát az Ibériai-félszigeten. Ez utóbbit Magyarországról 60%-os, részleges fogyatkozásként láthattuk. A következő részleges fogyatkozásra sem kell sokat várni, alig fél év elteltével ismét egy nagyfokú részleges napfogyatkozás látszik hazánkból. 2006. március 29-én, egy szerdai napon a Hold árnyéka ismét eléri a Föld felszínét Brazília atlanti partjainál. A centrális sáv az Atlanti-óceán trópusi területei után Afrika északi részén, a Földközi-tenger keleti medencéjén, majd Közép-Ázsia országain halad keresztül. Magyarországhoz legközelebb Törökországból figyelhető meg a teljes napfogyatkozás.

Azonban míg a 2005. októberi fogyatkozást a centrális vonalban (az Ibériai-félszigeten) észlelők is csak gyűrűsként láthatták, a 2006. márciusi a XXI. század első két évtizedének egyetlen „európai” teljes fogyatkozása lesz. A legközelebbi, Európából is teljesen látható fogyatkozás csak 2026 augusztusában lesz, így a 2006-os törökországi fogyatkozásnak különös jelentősége van.

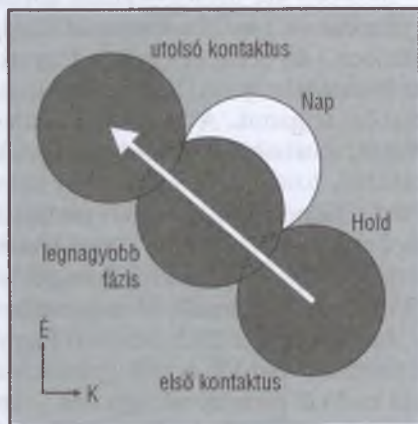
A teljes fogyatkozás $8^h 36^m$ UT-kor kezdődik Brazíliában a napkelte terminátoránál, itt a fedés csak $1^m 53^s$ időtartamú, és a totalitás sávja 129 km széles. A teljes árnyék hamar kilép az Atlanti-óceán fölé. Fél óra elteltével megérkezik Észak-Afrika partjaihoz, $9^h 08^m$ UT-kor Ghánában a Guineai-öböl partjánál lép ismét szárazföldre. Itt már 3 perc 24 másodperc a totalitás hossza a teljesség sávjának közepén. Az árnyék haladási sebessége is csökken a felszínen, Brazília területén még $v = 9$ km/s, Afrika partjaihoz érve már csak $v = 1$ km/s. A Hold árnyéka Togo, Benin, Nigéria, Niger, Csád, Líbia, Egyiptom érintésével áthalad a Szaharán, majd a Földközi-tenger medencéjén, Törökországot átszelve a Fekete-tenger és Közép-Ázsia felé megy tovább. A napnyugta óráiban érinti Grúziát, Oroszországot és Kazahsztánt, majd a napnyugta vonalánál, Mongólia területén hagyja el a Föld felszínét. 14 500 km-es útja során 3 óra 12 percet tartózkodik bolygónk felszínén, de annak mindössze 0.41%-át takarja le.

A legnagyobb fogyatkozás $10^h 11^m 18^s$ UT-kor következik be, mikor a Hold árnyékkúpjának tengelye 0.384 földugárnyi távolságra közelíti meg a Föld tö-

megközepontját. A felszínen ekkor a totalitás éppen Líbia déli részén zajlik, időtartama $4^m 07^s$, az umbra átmérője 184 km, felszíni sebessége pedig 0.697 km/s. A részleges fogyatkozás a Föld Nap felé forduló félgömbjének nagy részéről, így Magyarországról is látható. Mivel elég közel, csak mintegy 1500 km-re leszünk a teljesség középvonalától, a fogyatkozás nagysága Magyarország egész területén meghaladja a 0.5 értéket – azaz a Hold a napkorong területének több mint a felét eltakarja¹. A legnagyobb fedés (0.637) Szeged környékén lesz, a legkisebbet (0.557) Sopron és Mosonmagyaróvár térségében láthatják a megfigyelők.

Hazánkban a részleges napfogyatkozás az első kontaktussal kezdődik $9^h 40^m$ UT körül (nyári időszámítás szerint $11^h 40^m$), $43-45^\circ$ -os látóhatár feletti magasságnál. A Hold majdnem pontosan délnyugati irányból érkezik a Nap elé. A belépés után mintegy 1 óra 10 percnyi haladás után, a Nap delelésének idején, $45-47^\circ$ -os magasságnál éri el a fogyatkozás a maximális fázist. A Hold lassan elvonul a Nap elől és nyári időszámítás szerint délután 2^h körül véget ér a fogyatkozás.

A Csillagászati évkönyv 1999-es kötetében több cikk is részletesen foglalkozott a teljes napfogyatkozásokkal. Ott e sorok szerzője csak olvasmányai alapján tudott tanácsokat adni az észlelésekhez, most viszont az 1999-es teljes fogyatkozás tapasztalatainak birtokában azt látja a legjobbnak, ha a hat évvel ezelőtti eseményeket átgondolva készülünk fel a megfigyelésre. Az elmúlt években az amatőr csillagászok többsége kipróbálhatta műszerét és nagy gyakorlatra tehetett szert a napfogyatkozások észlelésében. Bizonyára senkinek nem kell magyarázni, milyen hatalmas a különbség a részleges és a teljes fogyatkozás között. Sajnos nem lehet egy időben két helyen jelen lenni, ezért mindenkinek előre el kell döntenie, hogy az itthoni bemutatásokban és megfigyelésekben kíván segédkezni, vagy Törökországban, a teljesség sávjában szeretne észlelni.



4.1. ábra. A Hold elhaladása a Nap előtt a 2006.03.29-i napfogyatkozás idején
Budapestről nézve

1. Részletes előrejelzés az évkönyv táblázatos részének 120–121. oldalán található.

A részleges fogyatkozás élménye

A varázslat az első kontaktussal kezdődik. A napszűrő fóliák felkerültek a távcsövekre, az előrejelzésekben megadott pillanat hamarosan elérkezik. Az okulárba vagy a napkivetítő ernyőre pillantva csak a Nap fényes fehér korongja látszik, pedig mi már tudjuk, hogy a Föld kísérője láthatatlanul már a közelben „ólálkodik”. Hiába a legkontrasztosabb távcső, a legtisztább hegyvidéki égbolt, a Hold sötét oldalának fényét a Nap ragyogása mellett nem lehet észrevenni. Számláljuk vissza a másodperceket, várjuk az első érintkezés pillanatát, de nem történik semmi, csak a Nap pereme hullámszik. Aztán az előre jelzett időpont után 10–20 másodperccel egy nagy karimájú öblösödés marad meg az örökösen változó hullámokból. Megjelent a Hold sziluettje a Nap előtt, és ismét hálával adózunk az égi mechanika tudósainak, hogy ilyen csodálatosan pontos számításokra képesek.

Múlnak a percek és egyre nagyobb a takarás, már kisebb távcsövekkel és binokulárokkal is szembetűnő. A következő fél órában a fogyatkozás előrehaladtával csattognak a fényképezőgépek, gyűlnek a képek a webkamerákon. A fogyatkozás legnagyobb fázisáig csak az lesz különösebb látványosság, amikor a Hold elfed egy-egy napfoltot. A maximális fázis idején már érezhetően lecsökken a márciusi Nap sugárzása – reméljük, hogy ez a felhőképződést is lassítja. A bemutatással sem kell sietni, hiszen a részleges fázis majd két és fél órája szinte végig egyformán érdekes. A maximum után lassan csökken a fázis és az utolsó öt percben már ismét az amatőrcsillagászok tapadnak az okulárokhoz, hogy a legutolsó érintés időpontját pontosan megmérhessék.

A teljes fogyatkozás

Olvasmányainkból és az 1999-es élményeinkből tudjuk, hogy egy részleges fogyatkozás látványa csak gyenge előjáték ahhoz képest, ami a teljes fogyatkozásakor bekövetkezik. Egészen 80%-os takarásig csak a felszerelés előkészítésével foglalkozunk, néha egy-egy pillantást vetve a Napra. Az a legfontosabb, hogy a totalitás néhány percében minden úgy működjön, ahogy elterveztük. A fogyatkozás előrehaladtával egyre szürkébb minden, a hőmérséklet is csökken, és remélhetőleg nem kell azon izgulni, hogy a közelben lévő felhők elérk-e a Napot.

Nagyjából 95%-os fázisig csak a „szürkület” növekedését és az árnyékok furcsa alakját vesszük észre. Az utolsó percekben azonban felgyorsulnak az események: a napsarló rohamosan csökken, kattognak a fényképezőgépek,

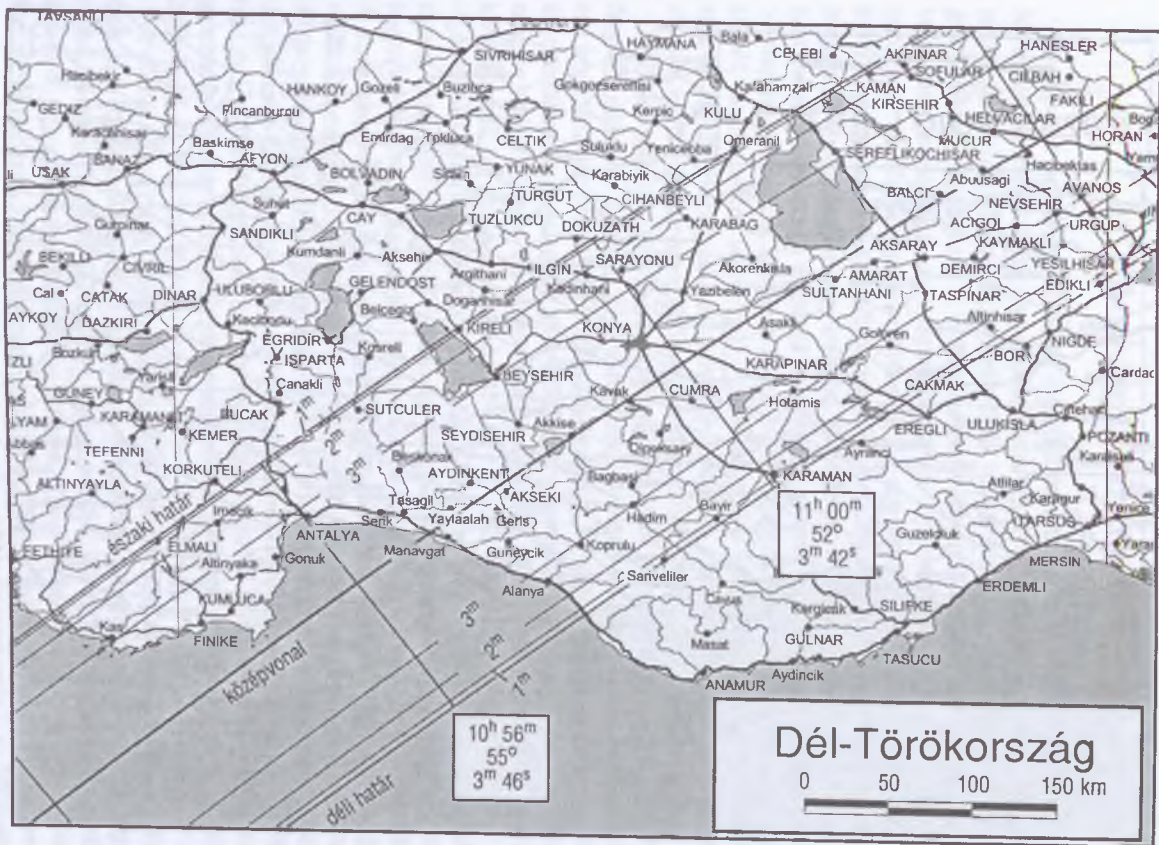
nem tudjuk hova kapjunk: a fotómasina keresőjét ellenőrizzük, a tájon a délnyugatról közeledő umbrát figyeljük, vagy a Napot nézzük szabad szemmel illetve távcsövünkkel (még mindig szűrőn át!). Ahogy keskenyedik a napsarló, a Hold legmagasabb hegyei eléri a napperemet és elkezd darabokra szakadozni a vékony fényív. Előtűnnek Baily gyöngyszemei, majd a sarló sarkai felől elfogyva sorra kihunynak. Már csak a holdperem legmélyebb völgyén világít át a Nap, ez a gyémántgyűrű jelenség, ami a centrális vonalban állók részére 1–2 másodperccel későbbre tolja a teljesség kezdetét. Ekkorra minden szűrőt el kell távolítani a távcsövekről.

Valószínűleg stoppperral már senki nem fog kontaktust mérni, erre a videofelvétel a legalkalmasabb. Csakhogy a felvétel mellé pontos időre is szükség van. Törökország már a német DCF rádióadó hatókörén kívül van, viszont a GPS vevők legalább 1/30 másodperc pontosságú időt tudnak szolgáltatni. A kromoszférát belépéskor nehéz megfigyelni, mert az ember kapkod. Erre nagyobb esély van a kilépés idején, hiszen a totalitásban lévő Napot nyugodtan, szűrő nélkül figyelhetjük. A harmadik kontaktus közeledtével előtűnik a Nap legfelső koronája, majd a narancsos kromoszféra, végül feltűnik az első napsugár, a gyémántgyűrű a másik oldalon.

A totalitás perceiben többféle megfigyelést végezhetünk. Legfontosabb a korona alakjának és kiterjedésének vizsgálata. Most éppen a napciklus minimumában vagyunk, teljesen más jellegű koronát várhatunk, mint amit 1999-ben láttunk. A Nap csillagszegény környezetben, a Halak csillagképben lesz, a környéken csak a Merkúr és a Vénusz látható fényes égitestként. Nyugaton a Nagy Nyári Háromszög, keleten a kelő Orion, illetve az Aldebaran, közelében a Mars és a Capella megpillantására van remény. A Nap nyugati oldalán a 0^m9 fényességű Merkúrt 25° -ra, a -4^m2 fényességű Vénuszt 46° -ra vehetjük észre, az 1^m2 fényességű Mars pedig 72° -ra található a keleti oldalon.

A Csillagászati évkönyv 1999-es kötetében (193–205. o.) részletes leírás található a napfogyatkozás megfigyelésének technikai részleteiről. Értékes megfigyelések végezhetők a teljesség sávjának peremén is. Sajnos az amatőr csillagászok az utóbbi időben a vizuális és szöveges megfigyelések végzése, leírások, rajzok, pontos mérések készítése helyett a digitális fényképezőgéppel való fotózást részesítik előnyben. Ezeken a felvételeken pedig legtöbbször még az időpontot és a használt távcsövet sem tüntetik fel, így az adatgyűjtő csak zsánerképek hadával találkozhat, amelyekből konkrét adatokat, tényeket nem lehet kihámozni. A fotók mellett tehát várjuk a leírásokat, méréseket is! A megfigyelések közben pedig maradjon idő a jelenség átélésére is!

4.2. ábra. A 2006.03.29-i napfogyatkozás teljeségi sávja Dél-Törökországban



4.3. ábra. A 2006.03.29-i napfogyatkozás teljeségi sávja Észak-Törökországban



A szárosz-történet

A nap- és holdfogyatkozások ismétlődésének rendjét a szárosz-ciklus írja le, amely szerint 6585.3 naponként, azaz 18 év 11 nap 8 óránként hasonló geometriájú fogyatkozások következnek be. A periódus által elválasztott fogyatkozások ugyanannál a holdpálya-csomópontnál, hasonló föld- és naptávolságban, valamint az év azonos szakában történnek. Egy ilyen fogyatkozás-sorozatot nevezünk szárosz-ciklusnak. Az egy sorozatban egymás után következő fogyatkozások jellemzői periódusról periódusra kis mértékben változnak, mégpedig folyamatosan egy irányba. Az adatok ilyen változása miatt végül a sorozat egy következő tagjánál az árnyékkúp már nem éri el a másik égitest – napfogyatkozások esetén a Föld, holdfogyatkozások esetén a Hold – felszínét, ezzel a ciklus véget ér. Egy szárosz-ciklus átlagosan 12–13 évszázadig tart, és benne 70 fogyatkozás követi egymást. A szárosz-ciklusokat egy önkényesen választott sorozattól kiindulva sorszámozzák.

A 2006. március 29-i napfogyatkozás a 139-es sorszámu szárosz-ciklus 29. fogyatkozása. Az egymást követő fogyatkozások a Hold felszálló csomópontjánál következnek be, és a teljesség sávja a Föld felszínén egyre délebbre vonul át. (Az árnyék tengelyének és a Föld középpontjának távolsága egyre kisebb, majd a nullát átlépve ismét növekedni kezd, de ekkor már a déli félgömbön következnek be a fogyatkozások.)

A 139-es szárosz-ciklus 1501. május 17-én egy csekély részleges fogyatkozással kezdődött az északi poláris területen. Hét részleges után az első teljes fogyatkozása 1627. augusztus 11-én zajlott. Ez gyűrűs-teljes fogyatkozás volt. A sorozat további fogyatkozásainak egyre délebbre áthaladó teljességi sávja 1699. szeptember 29-én haladt el legközelebb Magyarországhoz. Ekkor közel 90%-os részleges fázist láthattak eleink. A sorozat részleges fogyatkozást produkált még hazánk területén 1591-ben, 1645-ben, 1753-ban, 1807-ben, 1898-ban és legutóbb 1952-ben. Legközelebb 2060. április 30-án okoz részleges fogyatkozás nálunk, a totalitás sávja csaknem ugyanazon a vonalon halad, mint 2006-ban!

A ciklus előző tagja 1988. március 18-án volt, az Indiai-óceán területén indult és a Csendes-óceánban ért véget. A jövőben a teljesség időtartama egyre nő, a leghosszabb a sorozat 39. tagja, a 2186. július 16-i fogyatkozás lesz, amely 7 perc 29 másodpercig fog tartani. Ez J. MEEUS 2003-as számítása szerint mindössze 3 másodperccel rövidebb, mint a napfogyatkozások időtartamának elméleti maximuma! Ez lesz a leghosszabb fogyatkozás i. e. 3000-től i. sz. 5000-ig tartó 8000 éves időszakban. A ciklus a 23. század folyamán is hosszú fogyatkozásokat fog adni, de a Föld felszínén egyre délebbre. A ciklus 2763-ban ér véget egy részleges fogyatkozással az Antarktisz területén.

Időjárási kilátások

Míg a jövőbeli fogyatkozások adatait több évszázadra előre, percnyi pontossággal ismerjük, a 2006-os időjárásról csak a statisztikák szintjén tudunk beszélni. A feldolgozott adatok az 1980–2000 közötti éveket ölelik fel és mivel csak átlagolt adatok, a totalitás perceinek tényleges időjárásáról keveset mondanak el. Inkább a megfigyelési hely tervezéséhez szolgáltatnak támpontot.

A legrosszabb kilátással a brazil és afrikai trópusi területen élőknek kell számolniuk, ahol az instabil légkörű egyenlítői zónában mindennapos a felhőzet képződése. Az afrikai partoknál a Guineai-öböl partvidékének lakói a Szahara felől érkező száraz levegő hatásában reménykedhetnek. Legkedvezőbb kilátások a maximális fogyatkozás helyén, Líbia déli részén várnak az utazókra, de talán még a mediterrán partvidéken is jók az esélyek. Tavasszal a Földközi-tenger az alacsony és magas nyomású légtömegek játéktere, a partok mentén az Atlasz-hegység előterében kialakuló ciklonok kavarnak. A líbi-aihoz hasonlóan jók a kilátások Közép-Ázsiában is, ahol ilyenkor még tart a téli szibériai anticiklon által uralt hideg, száraz, napos idő.

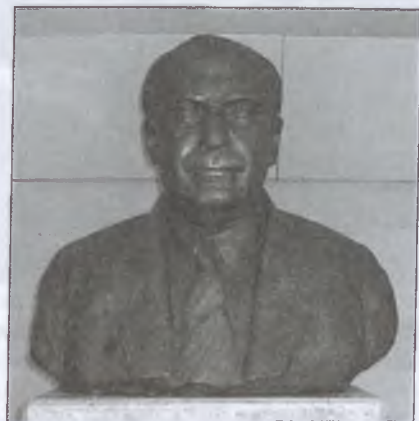
Irodalom

- [1.] F. ESPENAK–J. ANDERSON: *Total Solar Eclipse of 2006 March 29* (NASA/TP–2004–212762). letölthető:
sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEpubs/TP212762.html
- [2.] *Csillagászati évkönyv 1999*, napfogyatkozás-cikkei, 1998, MCSE:
KÁLMÁN BÉLA: A napfogyatkozások tudományos jelentősége, 179. o.;
SZABÓ SÁNDOR: Az 1999. augusztus 11-i napfogyatkozás, 193. o.;
PONORI T. A.–BARTHA L.: „Magyar” napfogyatkozások, 211. o.
- [3.] *Meteor 1999* számainak napfogyatkozás-cikkei: 1. 46. o., 7–8. 36. o., 9. 3. o., 10. 4., 6., 33. o., 12. 27. o.
- [4.] A Magyar Csillagászati Egyesület napfogyatkozás-oldalai:
napfogyatkozás.csillagaszat.hu/,
www.mcse.hu/kepgaleria/meteor-kepm/199912/
- [5.] F. ESPENAK előrejelzései:
sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEmono/TSE2006/TSE2006.html

Barlai Katalin

100 éve született Detre László

Ez a megemlékezés nem lexikon-szerű pontossággal írt életrajz. Csúpán felidézem emlékeimből Detre László (1906–1974) egyéniségének néhány olyan vonását, amelyek rám nagy hatással voltak.



5.1. ábra. Detre László mellszobra az ELTE épületében

Egy nyári gyakorlat

Néhány éve a Tudományos Akadémián hallgattam egy előadást, amelyben arról is szó volt, milyen fontosak az utánpótlás nevelésében azok az élmények és benyomások, amelyek egy munkahelyen elsőként érik a fiatal hallgatót, diplomázót. Az előadó igen találóan ezt tudományos *imprintingnek* nevezte, utalva CONRAD LORENZ Nobel-díjas etológusra, aki ezt a fogalmat egy kisliba története kapcsán alkotta meg. A kis állat — amelyet Lorenz az íróasztalán keltetett — a tojásból kibújva elsőként őt pillantotta meg, és ez az első benyomás, imprinting alakította további életét.

Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen az ötvenes évek elején HERCZEG TIBOR tanár úr — később az Oklahomai Egyetem professzora — tartotta a *Bevezetés a csillagászatba* tantárgy óráit és a távcsöves bemutatásokat is. A Szabadság-hegyen, a Csillagászati Kutatóintézet parkjában egy 6 hüvelykes refraktor szolgált a bemutatások céljára.

A fizikus és matematika-fizika szakos hallgatók a Csillagvizsgálóba is jelentkezhetek nyári gyakorlatra. A gyakorlat során is ezzel a műszerrel végeztük a megfigyeléseket, kisbolygókat fényképeztünk emulzióval bevont üveglemezekre. A fotolemezekről kimért kisbolygóhelyzetekből később pályát lehetett számítani.

A nagy park nem volt agyongondozott, de nem is volt elvadult. A kupolából vissza lehetett nézni az intézet épületére, amely éjszakára becsukott spalettái-



5.2. ábra. A Svábhegyi Observatórium a 20. század közepén, madártávlatból

val vagy befüggönyözött ablakszemeivel (hogy a kiszűrődő fény a megfigyeléseket ne zavarja) sejtelmesnek látszott.

Az intézetnek még két másik távcsőépülete volt, a miénkhöz a 60 cm-es Newton-távcsövet magában foglaló, legnagyobb kupola volt közel. Derült éjszakákon a nagy kupola nyitott részén át időnként periódikus füttyszó és „alap, csillag” kiáltások hallatszottak ki. A jelzések forrása Detre László igazgató volt, lent a mérőszobában; akinek füttyült, az pedig hűsége megfigyelő munkatársa, Lovas Miklós fent a távcsőnél. A megfigyelések sötétedéstől pirkadatig folytak, minden derült éjjel. Akkoriban csak annyit tudtam erről, hogy a nagy kupolában fotoelektromos fénymérés folyik.

Mi hallgatók a gyakorlat idején napokig vagy akár egy hétig is az intézetben maradtunk. Ugyanis nem lehetett hazamenni, vagyis csak nagyon nehezen. Akkoriban nem volt más közlekedési lehetőség a környéken, csak a fogaskerekű. Az pedig ritkán járt, és a Csillagvizsgálóból csak jó húszperces gyaloglással lehetett elérni. Egy átdolgozott éjszaka után ezt az utat nem szívesen tettük volna meg minden nap. Az intézet épületének tetején ma is megvan az a kis szoba, amelyet 1953 nyarán két nyári gyakorlatos társnőmmel osztottunk meg a hajnaltól délig való alvás céljára. (Ma abban a helyiségben egy automata távcső észlelőszobája van.) Délben felkeltünk, és kiszaladtunk az útra, és vártunk arra a buszra, amely a közeli Fizikai Kutatóintézetből hozta az ebédet.

Az észlelés előtti, hosszú nyári délutánokon tele voltunk kellemes várakozással. Annyi mindennel lehetett mulatni az időt sötétedésig! A könyvtárban érdekes könyveket tanulmányoztunk. Zenét hallgattunk, világnézeti vitákat folytattunk, képzőművészeti albumokat nézegettünk. Herczeg tanár úr szép Botticelli-albumára még ma is emlékszem.

Talán az égbolt legszebb része az, ami augusztus végi hajnalokon a mi ég-
övünkön látszik. A Bika, ragyogó vörös szemével, közelben a Fiastyúk, kissé
alatta az Ikrek. Mellettük nemsokára feltűnik a Kis Kutya, és várni lehet a
szikrázó Szíriuszra is. Amikor nagyon fiatal még az ember, a kialvatlanság és
fáradtság olyan, mint valami különös drog hatása. Ilyen kellemes kábulatban
botorkáltunk fel észlelés után az égi díszletek közül a kis szobába.

Munkatársként az intézetben

Szaktervezőként csillagászatból írtam, és az államvizsga előtt egy gyakor-
noki évet is eltöltöttem a Csillagvizsgálóban. Létszámproblémák miatt azon-
ban csak 1961 végén kerültem az intézetbe tudományos segédmunkatársként.
A változócsillag csoportba vettek fel, amelyet Detre igazgató irányított. Fo-
kozatosan bekapcsolódtam a fotoelektromos megfigyelésekbe. Ekkor tudtam
meg, hogy a fényméréshez használt műszer „Jelkét”, az *IP121* fotoelektron-
sokszorozót Detre László 1948-ban a zsebében hozta be az országba a *Nem-
zetközi Csillagászati Unió* (IAU) Zürichben rendezett konferenciájáról haza-
térve. Magyarországot ezen a konferencián vették fel az Unió tagjai közé. A
kis szerkezet tehát az embargót kijátszva, az erősödő hidegháború körülmé-
nyei közt, mintegy a leereszkedő vasfüggöny egyik részén át jutott el hazánk-
ba. A műszer HARLOW SHAPLEY ajándéka volt. Az ajándékozás azokban az
időkben a nyugat–keleti szolidaritás szép példája volt a csillagászok között.

Detre László a szombathelyi Premontrei Gimnázium elvégzése után Eötvös
kollégistaként a Pázmány Péter Tudományegyetem matematika–fizika szaká-
nak hallgatója lett. Gróf KLEBELSBERG KUNÓ kultuszminiszter hozta létre
azt az ösztöndíjrendszert, amelynek keretében *Collegium Hungaricumok* léte-
sültek Európa különböző országaiban, és ezek adtak háttérrel a leendő értel-
miség külföldi tanulmányainak. Detre az egyetem elvégzése után ösztöndíjas-
ként, posztgraduális képzésre Berlinbe ment a *Friedrich Wilhelm* (ma *Hum-
boldt*) *Egyetemre*. Doktorátusát is itt szerezte. Ez az egyetem az akkori Eu-
rópában vezető tudományos centrum volt, és az ottani képzésben részt vett
ösztöndíjasok európai látókörrrel rendelkeztek.

A trianoni béke után Magyarország egy szerény anyagi lehetőségekkel ren-
delkező kis ország lett. Detre 1929-ben a Csillagvizsgálóba kerülve egy olyan
programot indított, amit ilyen körülmények között, viszonylag kis műszerekkel

is eredményesen, világszínvonalon lehetett művelni. Belekezdett a változócsillagok vizsgálatába, ami – az intézetben régebben folyó kutatások mellett – hamarosan érdekes eredményeket hozott, az Intézetnek és személy szerint neki pedig nemzetközi elismertséget szerzett. 1943 decemberében, 37 évesen lett a Csillagvizsgáló igazgatója.

A változócsillag csoport tagjaként én is részt vettem a „24-es kupolában” folyó megfigyelésekben. Detre az anyaggyűjtés, az észlelőmunka tekintetében maximalista volt. Amint mondani szokta: a csillagászatban nincsenek ünnepek és hétköznapiak, csak Julián-dátumok vannak. Minden derült éjszakát, minden derült percet ki kellett használni, és ha borult volt, lestük, hogy mikor nyílik egy kis rés a felhők közt, hogy folytatni lehessen a munkát.

A nagyon hosszú, fagyos, szikrázóan derült téli éjszakákön bundaruhában és halinacsizmában bőklásztunk fent a Newton-távcsőnél, de lent a megfigyelőszobában is legfeljebb +5 fok volt hőmérséklet. Az ilyenkor végzett megfigyelések közben hamar elenyészett a langyos és rövid augusztusi éjszakák romantikája. Ez a munka körülbelül annyira volt nőknek való, mint a traktorvezetés. Kolléganőimmel együtt mégis lelkesen csináltuk. Hatalmas kárpótlás volt a fáradalmakért és az elviselt nehézségekért, ahogy a távcsövet kezelve láttuk, hogyan fordul el az ég néhány óra alatt a fejünk felett. Mintha a Világegyetem középpontjában álltunk volna! A mai korban keveseknek jut ilyen kozmikus élmény.

A témaválasztást illetően az intézetben egyáltalán nem a tudomány demokratizmusa uralkodott. A „kutatói szabadság” legfeljebb csak az igazgató által javasolt témán belül volt érvényesíthető. A Detre környezetében dolgozókat azonban mackós egyénisége és maximalista dörmögései hatására mégis magával ragadta és ösztönözte ez a munkaszenvedély. Sok évvel később, akkor már felnőtt gyerekeim fel is emlegették, hogy ők mennyit voltak emiatt egyedül otthon. E késői szemrehányások hatására gondolkodtam el azon, hogy ebben a rendkívül egyoldalú életmódban vajon mennyi volt a tudomány iránti érdeklődés, és mennyi a hiúság, vagy a megfelelni akarás.

Detre László kifogástalanul udvarias volt a nőekkel. A csitri egyetemi hallgatókat is kezécsókolommal köszöntötte, és nem volt rá példa, hogy bement volna előttük egy ajtón. Mindemellett azonban, úgy éreztem, hogy nem várt valódi tudományos teljesítményt tőlünk. Hihetetlennek tartotta, hogy képesek



5.3. ábra. Fotolemezek kimérése közben
(sajtóban megjelent felvétel 1949-ből)

lennénk rá — legalábbis bizonyos fajta teljesítményre, bizonyos módon való munkavégzésre. Ennek a nézetének a rá jellemző cinikus humorról gyakran hangot is adott. Tudományos téren ez volt az egyetlen konzervatív előítélete.

Detre nem volt pedagógus alkat — pontosabban fogalmazva nem volt didaktikus vezető. Hagyta, hogy töprengjünk, kínlódjunk a ránk bízott munkán, és eközben sürgetett is bennünket. Ennek nem mindenre volt serkentő hatása, engem sokkal inkább elszomorított, nyomasztott a magamra hagyottság érzete. Az ő számára általában minden „félórás munka” volt. Ha aztán napok, hetek múlva rájöttünk a tévedéseinkre, és kigyötörtük magunkból az eredményt, derűs, konstruktívan cinikus stílusában megbeszélte velünk a dolgot.

Meghívott előadóként az egyetemen is tartott órákat. Ezen a csillagász hallgatókon kívül az intézet fiatalabb munkatársai is részt vettek. Annak idején, kezdő kutatóként azonban én nem tudtam igazán értékelni ezeket az előadásokat. Szétszórtnak, vezérfonal nélkülinek éreztem azokat. Pedig csak arról volt szó, hogy egy témakörrel mindig a folyóiratokban megjelent legfrissebb eredményeket ismertette. Ezek az információk persze nem következetesen és fokozatosan épültek egymásra, mint a tankönyvek anyagai. Biztosabb háttértudással kellett volna rendelkeznem ahhoz, hogy igazán értékelni tudjam. A szükséges áttekintés azonban akkoriban nekem nem volt meg, és ezzel talán nem voltam egyedül a hallgatóság körében.

Az intézetbe délelőttönként érkezett a posta. A háború után újra kezdtek járni az évekig nélkülözött csillagászati folyóiratok. Ezek azonban először nem a könyvtárba kerültek, hanem az igazgatói íróasztalon kötöttek ki. Detre a kora délutáni felébredésétől kezdve késő éjszakáig alkalmazta a „jus primae noctis”, vagyis először ő olvashatott el mindent.

A latin kifejezés nem véletlenül jutott eszembe. Az intézetben volt valami groteszken feudális. Valóban furcsa volt, ahogyan a hatalmas parkban, a kastélyszerű épületen belül működtek a létező szocializmus kötelező intézményei.



5.4. ábra. A Piskésetői Observatórium főépülete előtt (1965 körül készült kép)

Az állami ünnepek előtt, rituálisan kiosztott, szerény jutalmak ügyébe a szakszervezetten kívül természetesen az igazgatónak is beleszólása volt. Ő ellenezte az akkoriban szokásos egyenlősdit. Mivel a „bizottság” résztvevői közt ő volt a legsúlyosabb egyéniség, véleménye előtt – amely azért nem mindig volt mentes az elfogultságtól – a szakszervezet is többször meghátrálni kényszerült. Lear király tárgyalt volna így Shakespeare drámájában a szakszervezettel, ha lett volna akkoriban ilyesmi.

Epilógus

A személyes hangvételt a befejezőskor se tudom elhagyni, de úgy gondolom, hogy a következő vélemény talán nem csak az én meglátásom. Detre László jellemzően kelet-közép-európai tudós volt. Nagy formátumú intellektus, aki munkássága helyszínéről tudatosan választotta Magyarországot. Élete is kelet-közép-európai történet. Európának ebben a régiójában a tudomány terén is foggal-körömmel kellett küzdeni azért, hogy megközelíthessük, vagy esetleg el is érjük a világszínvonalat. Detre arra törekedett, hogy maximálisan kihasználjuk az akkoriban közepesnek számító távcsöveinket, és a velük nyert adatok, eredmények megkerülhetetlenek legyenek a változó-csillagok kutatásában. Bár nagyot változott azóta a világ, de ezek a célok alapvetően ma is helyesek és érvényesek.

A világháború évei alatt és az utána következő hosszú elzártságban igen korlátozottak voltak a lehetőségek a külföldi kollégákkal való érintkezésben. Ez arra sarkallta, hogy az intézet elismertségét tekintse alapvető célnak, és az egyéni karrier csak másodlagosak. A nagy terjedelmű munkák híve volt, amelyek lehetőleg több évtizedet átfogó adatok feldolgozásából születtek, és amelyeken akár évekig dolgozott egy-egy munkatárs. Ha zenei hasonlattal akarnám jellemezni Detre publikációs mentalitását, ő a szimfóniák híve volt,



5.5. ábra. A Piszkéstetői Observatórium egyméteres távcsövének kupolája

amelyeket karmesterként vezényelt. Ma inkább az etüdök korát éljük, s csak időnként születik egy-egy szimfonikus költemény.

Az intézet kiadványaiban megjelent publikációk rangosak voltak. A nemzetközi csillagászati folyóiratokban azonban — főképp politikai, de kisebb részben anyagi okokból is — nem juthattunk publikációs lehetőséghez. Mégis az Intézet munkájának elismerését jelentette, hogy 1961-ben, az IAU Berkeleyben tartott közgyűlésén Detre Lászlót bízták meg egy gyors híreket közlő kiadvány, az *Information Bulletin on Variable Stars* szerkesztésével és kiadásával. Ezt a munkát az Intézet kutatói azóta is folyamatosan végzik.

Korunkban előtérbe került az egyéni teljesítmény. Politikai korlátok nincsenek, viszont van számítógép, internet, és nagyon felgyorsult a kommunikáció. Semmi akadály a személyes kapcsolatoknak, a nemzetközi folyóiratok nyitva állnak előttünk, és nagy súlya van az idézettségnek, amelyet bizonyos technikákkal fokozni is lehet.

A kutatás olykor szinte már iparszerű jelleget is ölt. Robottávcsövek ontják az adatokat, de a hagyományos távcsövek is automatizáltak, számítógéppel vezérelhetők, és nem kell állandóan mellettük a szabadban fagyoskodni. Detre bizonyára csodálkozna, ha látná kedves Newton-távcsövét, amellyel mostanában egy dolgozószobából, számítógép mellett ülve folyik az észlelés.

Egy kiváló régész, akivel még idős korában is sokat dolgoztam együtt, egy alkalommal azt mondta nekem, amikor a soron következő munkánkról kellett volna megállapodnunk: „Azt kell előbb eldöntenem, akarok-e tovább élni.” Pályája végén Detre László is feltette magának ezt a kérdést — és válaszolt is rá: úgy halt meg, mint egy római.

Mizser Attila

A Magyar Csillagászati Egyesület tevékenysége 2004-ben

Rendezvények

2004 legfontosabb eseménye a június 8-i *Vénusz-átvonulás* és a jelenséghez kapcsolódó megfigyelések és bemutatások lebonyolítása volt. Ezt megelőzően 1882-ben volt utoljára észlelhető a Vénusz Nap előtti áthaladása. Egyesületünk tagjai, helyi csoportjai és társszervezetei – a Sulinettel együttműködve – több mint 70 helyszínen (részben közoktatási intézményekben) mintegy 30 000 érdeklődőnek mutatták be a jelenséget. Az átvonulás Európából kitűnően látszott, így csatlakozhattunk a müncheni székhelyű Európai Déli Obszervatórium EU által is támogatott akciójához, melynek során a hazai észleléseket is felhasználták a Föld–Nap távolság ismételt meghatározásához. A kapott távolság csak 11 000 km-rel tért el a „hivatalosan elfogadott” értéktől.

Nagyon sok érdeklődőt vonzó égi esemény volt a *két teljes holdfogyatkozás* (május 4. és október 28.), melyekhez kapcsolódóan nagyon sok helyen tartottunk bemutatásokat. Az év második felében két fényes szupernóvát is észlelhettek amatőrcsillagászaink: az SN 2004dj az NGC 2403-ban, az SN 2004et jelű pedig az NGC 6946-ban tűnt fel. A tavaszi időszak fényes, szabad szemmel is látható üstököse volt a C/2001 Q4 (NEAT), melynek megfigyelésére észlelőhétvéget szerveztünk Ágasváron.

Egyesületünk hagyományos tevékenységei közé tartoznak a nyári csillagászati táborok. 2004-ben két helyszínen rendezünk nyári csillagászati tábor: Ágasváron (Mátra) és Szent-



7.1. ábra. Csabai István felvétele a Vénusz-átvonulásról. A beérkezett megfigyelések szerint szabad szemmel is könnyen látszott a fekete Vénusz-korong (természetesen megfelelő szűrővel)



7.2. ábra. A június 8-i Vénusz-átvonulás megfigyelése a Polaris Csillagvizsgáló kupolájában

léleken (Bükk). A két helyszínen együttesen kb. 400 főt fogadtunk. Az ifjúsági táborban 100, a szentléleki találkozón 300 fő vett részt. Az ifjúsági tábor programjában az aktuális égi látnivalók mellett különös hangsúlyt kapott a Mars bolygó nagy földközelsége és a 2004-es év érdekes jelenségei, a Vénusz-átvonulás és a holdfogyatkozások.

További rendezvények

Március 27. Asztrofotós kiállítás, Győr.

Április 3. 40 éves az esztergomi csillagászati szakkör. Esztergom, Szabadidő Központ.

Április 17. Vénusz-átvonulás Magyarországon. A Magyar Csillagászati Egyesület és a Terkán Lajos Bemutató Csillagvizsgáló közös konferenciája a Szabadművelődés Házában. Székesfehérvár, Fürdő sor 3.

Április 17–28. „Az égbolt szépségei” – csillagászati kiállítás a Solti Művelődési Házban (A Planetáriumban már bemutatott képanyag).

Május 1. „Hartai ég”. Csillagászati bemutató a hartai sportpályán, a majális rendezvénysorozat részeként.

Május 14–16. Üstökösészlelő hétvége az ágasvári turistaházban.

2004. augusztus 9–15. IV. Kiskun–Neptunusz Csillagászati Észlelőtábor Solt-Kalimajorban.

Szervezeti ügyek

2004. április 24-én tartottuk *tisztújító közgyűlésünket*. A közgyűlésen megjelent tagjaink szavazatai alapján a 2004–2008 közötti időszakban az MCSE elnöksége a következő: elnök dr. Kolláth Zoltán; alelnök dr. Hegedüs Tibor; főtitkár Mizser Attila; titkárok: Sárnecky Krisztián és Tepliczky István; tagok Horvai Ferenc, Horváth Tibor, Kereszturi Ákos, Keszthelyi Sándor, Nyerges Gyula, dr. Szabados László, dr. Szatmáry Károly, Taracsák Gábor és Trupka Zoltán. A számvizsgáló bizottság tagjai: Spányi Péter, Posztobányi Kálmán és Rózsa Ferenc. Dr. Szabados László 2000 és 2004 között látta el az elnöki feladatokat, míg dr. Balázs Lajos 1992 és 2004 között volt az MCSE alelnöke. Mindkettőjük munkáját ehelyütt is megköszönjük.



7.3. ábra. Az MCSE 2004.04.24-én megválasztott vezetősége (Várhegyi Péter felvétele)

A közgyűlésen adtuk át a 2004. évi *Kulin- emlékérmét*, melyet az MCSE és a TIT által létrehozott kuratórium Szécsy Ilona tanárnőnek ítélte oda. 2004-ben első ízben nyújtottunk át elismerő oklevelet legaktívabb amatőr csillagászaiknak. A Józsa Sándor grafikusművész által készített okleveleket a következők

kapták: Berkó Ernő, Hollósy Tibor, Nagy Zoltán Antal, Papp Sándor és Vas-
kúti György.

Egyesületünk gazdálkodása továbbra is stabil, 2004-ben a teljes bevételünk 18 369 000 Ft volt, míg kiadásaink 14 721 000 Ft-ot tettek ki. Legfontosabb bevételi forrásunkat a tagdíjak jelentik (9 468 000 Ft), ezt követik az SZJA 1%-felajánlások (2 849 000 Ft) és a pályázati céltámogatások (2 086 000 Ft). Kiadásaink legnagyobb részét hagyományosan a nyomdai és kommunikációs költségek teszik ki (együttesen 6 797 000 Ft), ugyancsak számottevő kiadást jelentett két nagy nyári táborunk (2 310 000 Ft). Egyesületünknek 2004-ben egy alkalmazottja volt.

Polaris Csillagvizsgáló

Egyesületünk központjában egész év folyamán hetente három estén, sötétedéstől fogadtuk az érdeklődőket. Ismét megszerveztük tavaszi és őszi előadás-sorozatunkat, amelyeken 28 előadás hangzott el. Tovább bővítettük ifjúsági szakkörünk létszámát, és az ifjúság számára további programokat szerveztünk. Ősztől két szakkört indítottunk, kezdők, illetve haladók részére. A nyári szünet időszakában az Óbudai Művelődési Központ Szabadidő Park napközis táborának programját csillagászati bemutatókkal és előadásokkal színesítettük.

A Vénusz-átvonulást követően a Cassini–Huygens űrszonda Szaturnusszal kapcsolatos eredményeinek megismertetése volt a nyár és az őszi feladata. Július elején külön Szaturnusz-éjszakát is rendeztünk az űreszköz Szaturnusz körüli pályára állása idején. Folytattuk a Marssal kapcsolatos ismeretterjesztő munkát, bővítettük a témával foglalkozó honlapunkat¹. Egyik tagtársunk, Kereszturi Ákos részt vett az arizonai és a devon-szigeti Mars-analógia bázis munkájában. Hazatérése után több alkalommal is tartott nagy érdeklődéssel kísért beszámolót a báziso-



7.4. ábra. Az MCSE elnöksége által alapított elismerő oklevél

1. A Mars honlap címe: mars.csillagaszat.hu.

kon folyó munkáról. Augusztus 11/12-én a Perseidák meteorraj maximumakor egész éjszakás programot hirdettünk.

A Polaris Csillagvizsgálóban tartott tavaszi-őszeli előadás-sorozatunk:

- febr. 10. Földsúroló kisbolygó 1954-ben? (Ponori Thewrewk Aurél)
- febr. 17. Mi fán terem a sarki fény? (Illés Erzsébet)
- febr. 24. Folytatódik a Mars ostroma! (Kereszturi Ákos)
- márc. 02. Élet a Leonidák után (Sárnecky Krisztián)
- márc. 09. Ekliptikai üstökösök nyomában (Tóth Imre)
- márc. 16. Kövesligethy Radó és a változócsillagok (Zsoldos Endre)
- márc. 23. Kettőscsillagászat: felbontani a felbonthatatlant (Csizmadia Szilárd)
- márc. 30. Trójai kisbolygók és Kuiper-objektumok (Szabó M. Gyula)
- ápr. 06. Hell Miksa és tudós kortársai (Gazda István)
- ápr. 13. Szomszédunk, a Vénusz (Illés Erzsébet)
- ápr. 20. Hell Miksa nyomában Vardő szigetén (Ponori Thewrewk Aurél)
- ápr. 27. Trópusi Vénusz-kalendárium (Barlai Katalin)
- máj. 04. Teljes holdfogyatkozás Európában! (A jelenség bemutatása, megfigyelése, szabadtéri előadásokkal.)
- máj. 11. Az Astrophysical Virtual Observatory (Holl András)
- máj. 18. Amatőrcsillagászat Európában (Mizser Attila)
- máj. 25. Az európai VLBI-hálózat (Frey Sándor)
- okt. 05. Mire használjalak? Észlelési tanácsok kezdő távcsőtulajdonosoknak (Mizser Attila)
- okt. 12. Hírek a Marsról (Kereszturi Ákos)
- okt. 21. Magyarok a Naprendszerben - és azon túl (Sárnecky Krisztián)
- okt. 28. Tycho Brahe, a műszertechnika megújítója (Bartha Lajos)
- nov. 02. Hírek a Szaturnuszról (Kereszturi Ákos)
- nov. 09. Csillag helyett lámpát látunk (Kolláth Zoltán)
- nov. 16. Az óriásbolygók légköre (Kereszturi Ákos)
- nov. 23. 2004: az üstökösök éve (Sárnecky Krisztián)
- nov. 30. Kenguruk és kupolák között (Székely Péter)
- dec. 07. Az amatőrtávcsövek optikai teljesítményéről (Babcsán Gábor)
- dec. 14. Távcsőépítésünk évtizedei (Mizser Attila)
- dec. 21. Fantasztikus űrtervek (Horvai Ferenc)

2004-ben hat kisebb találkozónak is otthont adott a Polaris: Üstökös-észlelők találkozója (febr. 28.), Napóra Szakcsoport találkozója (márc. 20.), Bolygóészlelők találkozója (márc. 27.), Bemutató Csillagvizsgálók és Magán-csillagvizsgálók találkozója (máj. 22.), Webcam 2004 (szept. 11.), Messier Klub találkozója (okt. 16.).

Kiadványok

Meteor című havilapunk példányszáma az elmúlt tíz évben megduplázódott, jelenleg 2000 példányban jelenik meg. Ebben nem kis szerepe van annak, hogy az évek során igyekeztünk minél szélesebb rétegeket megszólítani, tehát nemcsak az amatőr csillagászoknak, hanem minden, a csillagászat iránt érdeklődőnek hasznos olvasmányokat nyújtani.

2004-ben legnépszerűbb témáink a Mars-szondákkal kapcsolatos hírek ismertetése, a Cassini-űrszonda eredményei, illetve a 2003. november 20-án országszerte megfigyelt sarki fény észleléseinek és fényképeinek bemutatása volt. A magyarországi csillagászati egyesületek és bemutató csillagvizsgálók életéről is sok hírt közöltünk, annál is inkább, mivel az elmúlt időszakban nagyon sok új csillagvizsgálót avattak szerte az országban.

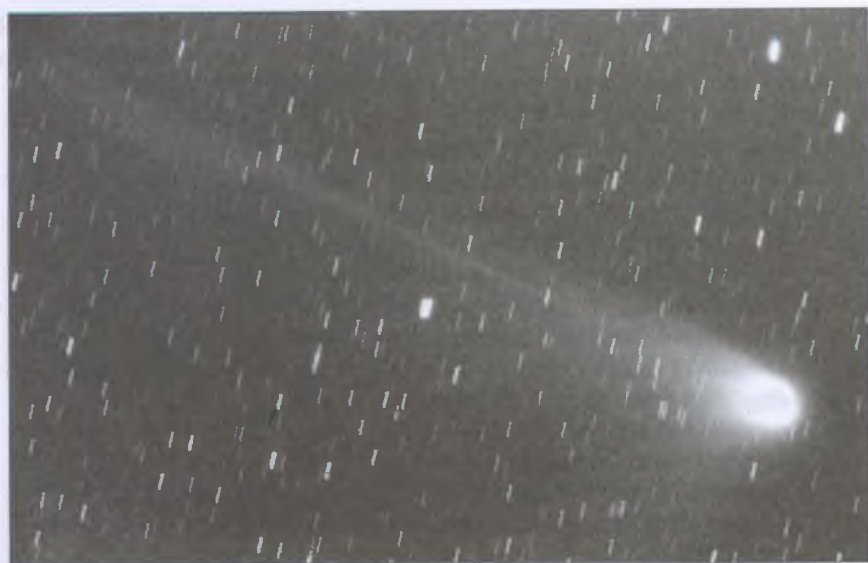
A csillagászati évkönyv a hazai csillagászat legnagyobb múltra visszatekintő kiadványa (1924 óta folyamatosan jelenik meg, 1990 óta egyesületünk kiadásában). A 2005-re szóló kötetet novemberben jelentettük meg, 328 oldal terjedelemben, 4000 példányban. Az évkönyv szerkezete a hagyományokat követte: első felében csillagászati naptárat találunk, melyben a 2005-ös évre vonatkozó előrejelzéseket, érdekesebb jelenségek adatait olvashatjuk. A kötet második felében a csillagászat legújabb eredményeit foglaltuk össze — a legjobb hazai szakemberek segítségével —, hosszabb szakcikkekkel közöltünk, végül a csillagászati intézmények, szervezetek hagyományos beszámolóit következik.



7.5. ábra. Az SN 2004dj jelű szupernóva (Tordai Tamás CCD-felvétele, Polaris, 2004.09.29., 150/750-es Newton-reflektor, Meade Pictor 416 XT kamera, 6×1 perc)

Internetes jelenlétünk

Továbbfejlesztettük leglátogatottabb honlapjainkat: egyesületünk fő honlapját: www.mcse.hu, a Polaris Csillagvizsgáló honlapját: polaris.mcse.hu, a csillagászati hírportált: hirek.csillagaszat.hu. Elkészült a Kulin György-emlékoldal is: kulin.mcse.hu.



7.6. ábra. A C/2001 Q4 (NEAT) üstökös Csabai István felvételén (110/750-es objektív, Ilford Delta 400 film, 15 perc)

Csillagvizsgálók, kisplanetáriumok
építészeti tervezése

Szász-Ház Bt., tel.: (20) 984-4929

Balázs Lajos

Az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézetének működése 2004-ben

2004-ben ünnepelte a csillagász társadalom Zách János Ferenc világhírű csillagász születésének 250. évfordulóját. Születésekor a budapesti városháza épülete katonai kórház volt, ahol Zách édesapja orvosként teljesített szolgálatot, így az újszülött ebben az épületben látta meg a napvilágot. Az Akadémia főtitkára levélben kérte a fővárosi önkormányzatot, hogy járuljon hozzá ahhoz, hogy az eseményt emléktábla örökítse meg. Az összes szükséges engedély beszerzése sajnos elhúzódott, de az avatásra reményeink szerint hamarosan sor kerülhet. Az évforduló tiszteletére *The European Scientist* címmel nemzetközi szimpóziumot szerveztünk, amely felett az Akadémia védnökséget vállalt, és az eseménynek otthont adott.

Tudományos eredmények

Csillagok belső szerkezete és fejlődése

RR Lyrae típusú változócsillagok. Az M3 gömbhalmaz RR Lyrae változóinak vizsgálata során 5 újabb változót fedeztünk fel (2 RRab, 2 RRe és 1 SX Phe típusút), amelyeknek néhány fontos paraméterét is meghatároztuk. Ezzel a halmazban az általunk felfedezett változók száma 13-ra nőtt. A halmazban eddig ismert 8 kettős módusú (RRd) változó számát is sikerült egy új felfedezésével 9-re növelnünk. Az összes korábbi (fotografikus ill. CCD) fotometriai anyagot megvizsgálva megmutattuk, hogy az M3-ban az RRd csillagok módusainak arányai az 1900-as évek eleje óta stabilak. Egyetlen kivétel a V79, amely az 1970-es években vált RRd csillaggá. A korábban V adatokban kimutatott különböző fejlődési állapotú csoportokat a B és I színekben is sikerült elkülönítenünk. A halmaz szín – fényesség-diagramjainak segítségével 4 olyan csillagot sikerült azonosítanunk, amelyek az instabilitási sávba esnek, mégsem mutatnak mérhető fényességváltozást (BENKŐ J., JURCSIK J.).

Kimutattuk, hogy az RR Gem az eddig ismert legrövidebb periódussal (7.2 nap) és legkisebb amplitúdóval (0^m05) rendkívül szabályos modulációt mutat, ami a fenyörbe felszállóág körüli, alig több mint 0.2 fázisára koncentrálódik.

A kis amplitúdójú állapotban az RR Gem átlagosan $\sim 30\text{--}40$ K-nel hidegebb, mint a nagy amplitúdójú fázisban. Ez az első ilyen részletes analízisre alkalmas, kiterjedt fotometria Blazsko-változóról (JURCSIK J., SZEIDL B.).

A V823 Cas 3-módusú pulzáló változó 2003-as őszi méréseinek értelmezése során nem kaptunk a csillag fizikai paramétereire a pulzációs és fejlődési modellekre egyszerre teljesülő megoldást. Ebből és a csillag módusainak periódus- és amplitúdóváltozásából arra a következtetésre jutottunk, hogy a V823 Cas valószínűleg egy rendkívül gyors átmeneti állapotban van (JURCSIK J., SZEIDL B.).

A CZ Lac 2004 őszi mérései alapján kimutattuk, hogy fényváltozása két különböző periódusú modulációval írható le (~ 14 ill. ~ 18 nap). Ezek közül az egyik RR Gem-szerű, rendkívül szabályos amplitúdómoduláció, a másik az RR Lyrae viselkedéséhez hasonló, mind amplitúdó-, mind fázismoduláció. Ez a jelenlegi modellekkel nehezen értelmezhető (JURCSIK J., SZEIDL B.).

Cefeidák. Kimutattuk, hogy az MY Puppis 5.7 napos pulzációs periódusú cefeida spektroszkópiai kettős egyik komponense. Ezt igazolja az újabb spektrumok alapján meghatározott átlagos radiális sebesség is. Kimutattuk továbbá a Tejútrendszerben ismert egyetlen anomális cefeida, az XZ Ceti pulzációs periódusának növekedését. A periódusváltozásnak a pulzációs modellekkel való összevetése a 2005-ös periódus ismeretében történik majd (SZABADOS L.).

Folytattuk a klasszikus instabilitási sáv többmódusú, radiális pulzációt mutató csillagaival kapcsolatos vizsgálatainkat. Az anomális cefeidákat tanulmányoztuk abból a szempontból, hogy elméletileg előfordulhat-e kétmódusú pulzáció közöttük. Részletes modellszámítást végeztünk az NIIF szuperszámítógépe segítségével. Megállapítottuk, hogy az alaplómódusban és első felhangban is rezgő anomális cefeidák modelljei szinte az egész paramétertartományban megtalálhatók a tisztán alaplómódusban és az első felhangban pulzáló modellek között (KOLLÁTH Z., SZABÓ R.).

δ Scuti csillagok. Átfogó vizsgálatot készítettünk 30 jól vizsgált δ Scuti csillag frekvenciája és amplitúdója alapján. A teljes minta szerint a domináns módusok egy szűk frekvenciatartományban koncentrálnak, az egyedi csillagok különböző fizikai paramétereitől függetlenül. A ϑ Tuc és az XX Pyx általánostól eltérő, nagyobb amplitúdóit a kettős rendszerben a domináns pulzációs módus és a pályaperiódus között jelentkező rezonancia okozza (PAPARÓ M.).

A nagy amplitúdójú δ Scuti csillagok közül az SZ Lyn O–C értékeiből levezetett kettőscsillagmodellje megerősítette korábbi eredményeinket, míg a BS Aqr és AD CMi esetében lényegesen hosszabb pályaperiódusokat kaptunk az eddig sejtett és publikált adatoknál (PÓCS M., SZEIDL B.).

β Cephei csillagok. Részt vettünk a ν Eridani nemzetközi kampányában, amelyben 11 távcsővel 148 derült éjszaka során több mint 600 órás fotometriai adatot sikerült gyűjteni. Meghatároztunk 23 szinuszos komponenst, amelyből

8 független, gerjesztett módus, míg a többi kombinációs frekvencia. A triplet-tek rotációs felhasadásként történő értelmezése 30–60 óra közötti rotációs periódust sejtet. A 0.432 ciklus/napos alacsony frekvencia valószínűleg annak a jele, hogy a ν Eri mind β Cephei típusú, mind lassan pulzáló B (SPB) csillag (PAPARÓ M.).

Mira típusú változócsillagok. Az ISO Data Archive-ból kigyűjtöttük az R Sculptoris nevű mira-csillagról az ISOPHOT nevű műszerrel végzett egyes megfigyeléseket, és megállapítottuk, hogy az R Scl 60 μ m-en is változócsillag, maximumban a csillag ezen a hullámhosszon kb. kétszer fényesebb, mint minimumban. A távoli infravörös fényességváltozás üteme korrelációt mutat az optikai tartományban megfigyelt fényességváltozással (CSIZMADIA Sz.).

Változócsillagok fotometriája nyílthalmazokban. A piszkéstetői távcsövekkel végzett megfigyelések révén az NGC 457 és IC 1311 nyílthalmazokban új változócsillagokat találtunk, melyek túlnyomó többsége kis amplitúdójú pulzáló változónak tűnik (SZABÓ R.).

Részt vettünk egy nemzetközi megfigyelési kampányban, melynek célpontja az M67 nyílthalmaz volt. A kampány célja a halmazban található vörös óriáscsillagok asztroszeizmológiai vizsgálata volt, elsősorban Nap típusú oszcillációk kimutatása (CSUBRY Z., NUSPL J., SZABÓ R.).

Szoftverfejlesztés. Az év folyamán továbbfejlesztettük az intézetben általában használt MuFrAn programcsomagot, amely idősorok frekvenciaanalízisét végezte el. A fejlesztéssel két célt értünk el. A programcsomagot egy új, könnyen kezelhető Tcl/Tk alapú grafikus felhasználói felülettel láttuk el (ennek köszönhetően a program Linuxos PC-ken is futtathatóvá vált). Továbbá kifejlesztettünk egy script-nyelvet, mely a felhasználó számára lehetővé teszi a nagy mennyiségű adatsor automatikus, de ennek ellenére rugalmas és ellenőrizhető feldolgozását (CSUBRY Z., KOLLÁTH Z.).

Nagy látmezőben található változó objektumokon végzett tömeges fotometriai mérések kiértékelésére egy módszert dolgoztunk ki, amely felhasználja azt a tényt, hogy bizonyos effektusok egyszerre több csillagot is befolyásolnak. Ennek megfelelően egy több száz (\sim ezer) csillag fénygörbéjéből álló mintahalmaz segítségével, a legkisebb négyzetek módszere alkalmazásával illesztettük a szűrni kívánt fénygörbét. Így minden olyan változást kiszűrhetünk, amely a vizsgált objektumban és a mintahalmazban közös (KOVÁCS G.).

Az idő–frekvencia analízist finomító reassignment módszer segítségével továbbfejlesztettük a TIFRAN szoftvercsomagot (KOLLÁTH Z., MOSONI L.).

Aktív jelenségek csillagok légkörében

Meghatároztuk a kettős rendszerben lévő ζ And óriáscsillag alapparamétereit irodalmi adatok, valamint saját spektroszkópiai eredményeik alapján. A

csillag és a kettős rendszer paramétereinek minél pontosabb ismerete rendkívül fontos, mivel a csillag igen gyorsan forog és emiatt lapult, emellett kettős is, ami a csillag alakjának a gömbtől való jelentős eltérését okozza. A csillag torzulását, mely a fényességben egy kettős minimumot okoz, figyelembe kell venni mind a fotometriai, mind a spektroszkópai adatok modellezésénél. Ennek ismeretében a fotometriai adatok korrigálhatók lettek a torzulás okozta fényváltozásra. A maradék fényváltozás modellezését elvégeztük, és megállapítottuk, hogy az aktivitás a csillag másik komponense irányában és azzal ellentétes oldalon található, ami az óriás aktív csillagokon sokszor előforduló jelenség (KÖVÁRI Zs., OLÁH K.).

A beszámolási időszakban is folytattuk az SV Cam-ra vonatkozó megfigyelési adatok gyűjtését. Foltparamétereket határoztunk meg 1993-as és 1994-es fénygörbékre. A szoros kettős rendszerek fizikai paramétereit és fejlődését jelentősen befolyásolhatja harmadik test jelenléte a rendszerben. Az SV Cam esetében ez már korábban is felvetődött. Részben még publikálatlan új méréseket vontunk be az analízisbe, emellett, hogy figyelembe vettük a mások által korábban publikált és feldolgozott adatokat is. Ezáltal új, pontosabb becslést adhattunk a feltételezett harmadik test paramétereire és pályájára (CSIZMADIA SZ., PATKÓS L.).

Analizáltuk a V861 Her W UMa típusú fedési változó Cousins V(RI)_C fénygörbéit. Tanulmányoztuk a rendszerben jelentkező O'Connell-effektust, és foltparamétereket határoztunk meg. Kimutattuk az egyik komponens megnövekedett kromoszférikus aktivitását (CSIZMADIA SZ., PATKÓS L.).

Tanulmányoztuk öt W UMa-rendszer (AB And, OO Aql, DK Cyg, U Peg, V566 Oph) periódusváltozásait. Eredményeink szerint az A színképosztályú DK Cyg-nél csak a tömegátadásra utaló periódusváltozás figyelhető meg, a többi, F, G színképosztályú rendszereknél a szekuláris periódusváltozáson kívül évtizedes időskálájú periódusváltozás is tapasztalható. Ez utóbbit mágneses aktivitási ciklusként lehet értelmezni. A talált változások ezért indirekt módon arra utalnak, hogy valahol F0 környékén van egy elválasztó vonal a W UMa rendszereknél, amelynél korábbi rendszerek esetében nem figyelhetünk meg mágneses aktivitást, a későbbiekben viszont igen (CSIZMADIA SZ., NUSPL J.).

Folytattuk a V861 Herculis W UMa típusú rendszer VRI sávokbeli észlelését. A rendszerben nagyon erős és rendkívül gyors – napos és éves időskálán is változó nagyságú és helyzetű – csillagfoltok okozta fénygörbeváltozások figyelhetők meg (CSIZMADIA SZ.).

XMM–Newton UV és röntgenadatokat felhasználásával vizsgáltunk öt dMe típusú flercsillagot. 60 óra észlelési idő során 20 csillagflert találtunk. Elsőként sikerült kimutatnunk korrelációt csillagflerek UV és röntgenfluxusa között (GESZTELYI L.).

Napaktivitás

SOHO/EIT sorozatfelvételeken hullámszerű jelenséget vizsgálva kimutattuk, hogy nem MHD hullámról, hanem csomókba tömörülő hűvös anyagnak a koronából való leáramlásáról van szó. SOHO/SUMER adatok felhasználásával egy koronalyuk határa mentén kétirányú jetekeket fedeztünk fel, amelyek mágneses átkötődés helyéről kiáramló gázcsóváknak tulajdoníthatók (GESZTELYI L.).

Yohkoh/SXT, SOHO/MDI, SOHO/EIT, TRACE valamint WIND bolygóközi mágneses adatok felhasználásával úttörő munkát végeztünk a mágneses helicitás (csavarodottság) észlelésekből való meghatározására a koronában és a CME-k során kidobott mágneses felhőkben. Két esetben meghatározva mind a koronában észlelt helicitás csökkenését, mind a mágneses felhő helicitását, jó egyezést kaptunk e két érték között (GESZTELYI L.).

A NOAA 9373 aktív vidékben az új mágneses tér felbukkanását és a koronába való behatolását vizsgáltuk a TRACE műhold Fe X ion 195 Å hullámhosszúságú színképvonalában készült felvételei segítségével. Az aktív vidék vizsgálata alapján sikerült bizonyítékot találnunk mágneses fluxuscsövek egymást keresztező felbukkanására, valamint kidolgozni egy általános képet a napfoltcsoportok és a napfoltok fejlődéséről (KÁLMÁN B.).

Yohkoh/HXT keményröntgenadatok és a SOHO/MDI mágneses méréseinek felhasználásával 32 esetben vizsgáltuk a talppontokban észlelt kemény röntgensugárzás intenzitását, amelyet összevetettünk az ott észlelt mágneses térerősséggel. Korábbi észlelésekkel ellentétben kimutattuk, hogy a kemény röntgensugárzást keltő elektronoknak egy konvergáló mágneses geometriában való csapdába esése, amely elméletileg várható, csak a megfigyelt esetek kétharmadában jött létre (GESZTELYI L.).

Egy CME fejlődését követtük a korona alsó rétegeitől 1.5 Nap-sugárig SOHO/MDI mágneses, TRACE EUV, RHESSI röntgen, SOHO/CDS spektroszkópiái és SOHO/LASCO koronográf adatok felhasználásával. Kimutattuk, hogy a CME egy csavarodott fluxuscső (helikus mozgást mutató filament) felemelkedésével indul, amely az impulzív energiefel szabadulás (fler) megindulásakor felgyorsul (az indulási sebesség 1.6-szorosára), majd egy újabb gyorsulási fázison megy át, mielőtt elérné a koronográf látómezejét a felszíntől 1.5 Nap-sugár távolságban (GESZTELYI L.).

A DPD-re alapozva vizsgálatokat indítottunk arra vonatkozóan, hogy a Nap rotációjának torziós oszcillációja és a napfoltok egyes paraméterei milyen térbeli korrelációkat mutatnak. Az első eredmények szerint a foltoknak a retrográd sávok nyírási zónához közeli tartományaival lehetséges a kapcsolatuk (LUDMÁNY A., MURAKÖZI J.).

Napfoltok forgásának vizsgálatára egy automatizált módszert dolgoztunk ki, amelyet SOHO/MDI adatokra alkalmaztunk. A megvizsgált három forgó napfoltból két esetben megfigyeltük a forgás irányának megváltozását, amely MHD torziós oszcillációk jelenlétére utalhat (GESZTELYI L.).

Megvizsgáltuk a foltok előfordulási gyakoriságának kelet-nyugat irányú aszimmetriáját a foltméret és a centrálmeridiántól mért távolság függvényében. Megállapítottuk, hogy a 20-nál kisebb területű foltok nagyobb számban fordulnak elő az $E75-85^\circ$ sávban mint a $W75-85^\circ$ sávban, és az aszimmetria iránya független a napfoltciklus fázisától. A többi esetben viszont nincs kimutatható aszimmetria (BARANYI T., LUDMÁNY A., MEZŐ GY.).

Folytattuk a M λ 539.47 nm spektrumvonal tanulmányozását részben debreceni észlelésekre alapozva. A vonal viselkedése igen érdekes, aktivitásfüggést mutat, nem kromoszférikus eredetű, hanem fotoszférikus. A vonal ekvivalens szélessége, félértékshélessége és mélysége megnő a foltokban, és a félértékshélesség kivételével csökken a kromoszférikus fáklyákban (LUDMÁNY A.).

Egy CME-t követtünk a Naptól a Földig. A halo-CME 2004. január 20-án volt megfigyelhető a SOHO és TRACE műszereivel, míg a Wind űrállomás és a Cluster szondák műszerei január 22-én észlelték egy bolygóközi lökéshullám áthaladását. A különböző pozícióban levő Cluster szondák által megfigyelt időkülönbségekből meghatároztuk a bolygóközi lökéshullám térbeli geometriáját, amely jó egyezést mutatott az aktív vidék helyzetével a Napon, amely a CME kiindulópontja volt (GESZTELYI L.).

Tovább vizsgáltuk a geoeffektív CME-k mágneses terének dipólciklustól függő észak-déli aszimmetriáját. Megállapítottuk, hogy a lehetséges magyarázatot a következők között kell keresni: a helioszféra nagyléptékű észak-déli aszimmetriája, a különböző fajta CME-k előfordulási gyakoriságának változása, vagy a mágneses felhő axiális tere domináns irányának dipólciklustól függő változása (BARANYI T., GYŐRI L., LUDMÁNY A.).

Az IMF B_y komponense kelet-nyugati aszimmetriát okoz a földi magnetoszférába történő energiabetáplálásban. Kimutattuk, hogy ez az aszimmetria dipólciklusfüggő az ICME-k esetén. Antiparallel években fél évig az egyik irányú B_y dominál, és határozott K-Ny aszimmetriát okoz. Parallel években a B_y két iránya kb. egyenlő gyakorisággal fordul elő egész évben, ezért az energiabetáplálás a poláris magnetoszférába szimmetrikus (BARANYI T., LUDMÁNY A.).

Megjelentettük a Debrecen Photoheliographic Data katalógust az 1993–1995 évekre, nyomtatott formában, CD melléklettel, a HTML prezentációval együtt. Az 1998-ra vonatkozó előzetes adatokat ftp-re tettük. Az 1989-es évre vonatkozó katalógusból 3 hónapnyi anyag lett végleges formában készen, a többi előzetes formában használható (BARANYI T., GYŐRI L., LUDMÁNY A., MEZŐ GY.).

Csillagkeletkezés és az intersztelláris anyag fizikája

A kezdetétől követtük a V1647 Ori kis tömegű fiatal csillag kitörését és az általa megvilágított McNeil-köd szerkezetét és fejlődését. Meghatároztuk a kúp alakú köd tengelyének inklinációját. Noha a csillag fényessége lassan csökken, egy évvel a kitörés kezdete után még több, mint 4^m -val fényesebb, mint a kitörés előtt volt. A köd közeli infravörös (JHK) képein azonosítottuk a csillagot körülvevő mintegy 6000 AU átmérőjű cirkumsztelláris burkot. Optikai spektrumok sorozata azt mutatja, hogy a $H\alpha$ emisszió intenzitása alig változott a kitörés egy éve alatt. A piszkéstetői RCC teleszkóppal készült mély (4800 s expozíciós idejű) $H\alpha$ képen azonosítottuk a csillag környékén az összes ismert Herbig–Haro-objektumot, és a köd belsejében néhány új, $H\alpha$ -ban fényes csomót. A köd egyik legfényesebb csomójának a $H\alpha$ körüli színe azt mutatja, hogy a ködfolt -23 km/s sebességgel mozog a csillaghoz képest (ÁBRAHÁM P., CSIZMADIA SZ., KÓSPÁL Á., KUN M., MOÓR A., RÁCZ M.).

Gyenge vonalú T Tauri csillagokat azonosítottuk a Cepheus flare területén a ROSAT adatbázis alapján. Spektroszkópai vizsgálattal (Calar Alto Observatórium 2.2 m-es távcső) 16 fősorozat előtti csillagot találtunk. Meghatároztuk színektípusaikat (G8–K7) és V, I_C fotometria segítségével (mátrai RCC-teleszkóp) a luminozitásukat. Az eredményeket fősorozat előtti fejlődési modellekkel összehasonlítva a fősorozat előtti csillagok tömegére $0.3 - 1.6 M_{\odot}$ tömeget, korukra $0.2 - 20$ millió évet kaptunk (KUN M.).

Lezártuk az FU Orionis típusú csillagok hosszú időskálájú változásait vizsgáló projektünket. Az időbeli változások kimutatására az IRAS és az ISOPHOT 15 év különbséggel készült infravörös fotometriáját vetettük össze. Nyilvánvalóvá vált, hogy a távoli infravörös hullámhosszakon tapasztalt állandóság (amit pl. a V1057 Cyg esetén nagyon tisztán ki lehetett mutatni) ellentmondásban van a jelenleg elfogadott modellekkel (ÁBRAHÁM P., KÓSPÁL Á., MOÓR A.).

A V1647 Ori (IRAS 05436–0007) jelű fiatal csillag 2004. januári FU Orionis típusú kitörését követően összegyűjtöttük a csillag kitörés előtti nyugalmi állapotából származó infravörös adatokat, és megvizsgáltuk a csillag spektrális energiaeloszlását. A becsült teljes luminozitás ($L_{bol} \approx 5.6 L_{\odot}$) a kis tömegű T Tauri csillagokra jellemző, a csillagkörüli anyag tömege ($0.5 M_{\odot}$) azonban szokatlanul magas érték (ÁBRAHÁM P., MOÓR A.).

Megvizsgáltuk négy közepes tömegű UX Orionis típusú fiatal csillag infravörös fényváltozását az ISOPHOT mérései alapján, és összevetettük azokat az optikai fénygörbékkel. Az SV Cephei esetén érdekes korrelációt találtunk az optikai és a távoli infravörös fénygörbe között. Ez az eredmény nem ma-

gyarázható az UXorok fényváltozásainak magyarázatára javasolt eddigi modellekkel (ÁBRAHÁM P.).

Feldolgoztuk az OO Serpentis nevű, 1995-ben kitört FU Orionis típusú csillag ISOPHOT-méréseit. Az OO Ser ISOPHOT-méréseit kiegészítettük más ISO-mérésekkel, továbbá új 2004-es földi mérésekkel (WHT/LIRIS, és ESO 3.6 m/TIMMI2), és elkészítettük a csillag fénygörbéjét tíz különböző hullámhosszon a 2.2–100 μm -es tartományban. A fénygörbékből megállapítottuk, hogy 25 μm -en és alatta 2004-re befejeződött a kitörés, és a csillag visszatért a nyugalmi állapotba (ÁBRAHÁM P., KÓSPÁL Á.).

Meghatároztuk a konfúziós zajt az ISOPHOT műhold minden hosszú hullámhosszú szűrőjére ($\lambda \geq 90 \mu\text{m}$), és mérési konfigurációjára. Cirrusz konfúziós zaj becslést készítettünk a távoli infavörös űreszközök detektoraira (Spitzer/MIPS, ASTRO-F/FIS, Herschel/PACS) (KISS Cs.).

Az ISO Data Centre és az MTA KTM CsKI között létrejött szerződés keretében tovább dolgoztunk az ISOPHOT adatok újraértékelésén. Két új katalógus érhető el az ISO archívumában: a *Far-infrared ISOPHOT mini-maps of miscellaneous objects* 48 objektum adatait, a *Far-infrared ISOPHOT mini-maps of evolved objects* 52 objektum méréseit tartalmazza (MOÓR A.).

A felsőlégkör szerkezete

Sok mesterséges hold egész Euráziából végrehajtott, régi, optikai megfigyeléseinek újrafeldolgozása alapján megállapítottuk, hogy a semleges felsőlégkör sűrűsége észak-déli aszimmetriát mutat, amely jelentősen erősebb a CIRA'86 modellben szereplőnél. A modellmaradékok monoton csökkennek az északi 60° szélességtől a déli 60° szélességig, ameddig az észlelések rendelkezésünkre álltak. Az aszimmetriának éves menete nincs. Munkahipotézisünk szerint a jelenséget a két féltéke szárazföld- és az óceán-borítottságbeli különbsége és a geomágneses tér aszimmetriája hozhatja létre. Eredményeinket bemutattuk Párizsban a COSPAR 35. kongresszusán (ALMÁR I., ILLÉS E.).

Azon korábbi eredményünket, amely szerint a felsőlégkörben fellépő sűrűségi hullámok amplitúdója bizonyos magasságban ugrásszerűen megnő, konvektív instabilitás fellépésével magyaráztuk (ALMÁR I., ILLÉS E.).

Kisebb témák, interdiszciplináris kutatások

A Naprendszer kis égitestei. A HST Advanced Camera for Surveys High Resolution Channeljével (ACS/HRC) megfigyeltük a 9P/Tempel 1-üstökös magját, arról pontos fotometriai fénygörbét készítettünk és meghatároztuk a mag méretét és forgási periódusát. A mag forgási periódusa 40.6 ± 2 óra. Az összes többi megbízható földfelszíni megfigyelést is figyelembe véve a periódus 41.85 ± 0.2 óra (TÓTH I.).

A Rosetta üstökösszonda célobjektumát, a 67P/Churyumov – Gerasimenko-üstököst megfigyeltük a NASA Spitzer (korábbi nevén SIRTf) infravörös űrteleszkópja MIPS (Multi-Band Imaging Photometer for Spitzer) műszerével. Sikeresen detektáltuk a magot $24\ \mu\text{m}$ -nél a termális infravörösben, továbbá a képeken a kiáramlott poranyag is megfigyelhető. A mag infravörös fluxusa időben változik, lényegében a mag forgását követve, tehát rendelkezésre áll az infravörös fénygörbéje (TÓTH I.).

Az (1689) Floris-Jan főövbeli aszteroidáról eddig úgy tartották, hogy van egy nagyon rövid, néhány perces oszcillációja a fénygörbéjében az egyébként ismert, nagyon hosszú forgási perióduson kívül. A piszkéstetői RCC teleszkóp két különböző CCD kamerájával végzett fotometriai megfigyeléseink szerint nincs meg ez a rövid periódusú oszcilláció. Sőt, ha van egy második periódus a fénygörbében, akkor annak az eredetihez közelebb kell lennie és nem pedig néhány percesnek (TÓTH I.).

Elvégeztük a Wild 2-üstökös képfeldolgozását és kimutattuk, hogy a jet-struktúra valamint a mag felszíni alakzatai között morfológiai kapcsolat van. Ez más megvilágításba helyezi a magkörnyék generális áramlási viszonyaiból levezetett jetmodell alkalmazhatóságát (KELEMEN J.).

A beszámolási időszakban több száz üstökös és kisbolygó fotometriai és asztrometriai pozíciómérését végeztük el (KELEMEN J.).

Planetáris kutatások. A Stardust űrszonda megfigyelései a Wild 2-üstökös magjáról újabb érveket szolgáltatnak korábbi hipotézisünkhöz, amely szerint az üstökös magok eltérő keménységű „szubmagokból” épülnek fel (ILLÉS E.).

Tanulmányozva a Cassini-űrszonda képeit és méréseit, arra a következtetésre jutottunk, hogy azok már bizonyítják, hogy a Szaturnusznak az összetétel szempontjából két különálló forrásból származó gyűrűje van. A porgyűrűk ott is úgy jönnek létre, mint a többi óriásbolygónál. A Szaturnusznál azonban egy jéggyűrű is létezik (B+A gyűrű), amely egy nemrég szétdarabolódott óriás üstökös mag maradványa lehet (ILLÉS E.).

Az MGS űrszonda, két egymás utáni marsi tavaszon (2001, 2003), azonos déli sarkvidéki kráterben ($150^{\circ}8\text{W}$, $-69^{\circ}2$) készült felvételeit tanulmányoztuk (E07–00808, R07–00938). A 25° -os dőlésű lejtőkön, 440 db DDS-seepage-re végzett morfológiai analízis azt mutatta, hogy a fagyott $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ réteg alatt – a sötét dűnék felszínén – valószínűleg folyékony víz leszivárgását találtuk meg. A legérdekesebb új jelenség az, hogy a lejtők aljában a leszivárgott anyag/víz egy-két tucat méteres tavacsákban gyűlik össze (HORVÁTH A.).

Szoros kettőscsillagok. Periódusváltozások tanulmányozása céljából észleltük a GZ Andromedae, DK Cygni, AK Herculis, AU Serpentis W UMa csillagok minimumait, és az észlelésekből meghatározott minimumidőpontokat a szakirodalomban közöltük (CSIZMADIA Sz.).

Archaeoasztrológia. Sziderikus évek vizsgálatával sikerült nyomon követni és valószínűsíteni bizonyos csillagászati hagyományok keletkezését Kína időszámításában (BARLAI K.).

Csillagásztörténet. Megmutattuk, hogy a változócsillagok első osztályozása az eddigi hiedelmekkel ellentétben nem Edward Pigott munkája, hanem Johann Christoph Sturmé, 70 évvel korábban. Kapcsolatot találtunk az osztályozás és a korai reformátorok (elsősorban Melanchthon) bizonyos elképzelései között (ZSOLDOS E.).

Interdiszciplináris kutatások. Csillagászati időbeli változások elemzésére alkalmas matematikai eljárásból kifejlesztett hallásvizsgálati módszerünkkel objektív módon kimutattuk, hogy a már korábban is alkalmazott zeneterápia javítja a gyermekek hangdiszkriminációs képességét. A terápián átesett gyermekek szignifikáns többsége képes volt rövidebb szüneteket felismerni a zajszerű hangfolyamatban, mint amilyeneket korábban észrevettek (KOLLÁTH Z.).

Hazai és nemzetközi kapcsolatok

Hazai kapcsolatok. Együttműködtünk a soproni GGKI-vel, az ELTE Gyógypedagógiai Főiskola Foniátriai Tanszékével diszlexiás gyerekek vizsgálatában, valamint a Budapesti Műszaki Főiskolával a fényszennyezés témakörben az *Ipari környezetvédelem* című tárgy keretén belül.

A beszámolási időszakban is részt vettünk az egyetemi oktatásban előadások, gyakorlatok tartásával, valamint szakdolgozati és doktori témavezetéssel. Kutatóink az alábbi előadásokat, illetve gyakorlatokat tartották:

ELTE-n: Előadás: Általános csillagászat IV–V., Asztrofizika IV., Asztrofizikai megfigyelési módszerek, Asztrostatisztika I., Asztroszeizmológia, Csillagaktivitás – aktív csillagok I–II., Csillagászat a fizikatanár továbbképzőn, Csillagászati informatika III., Csillagkeletkezés alapjai, Obszervációs csillagászat, Planetológia, Bioasztrológia – Összehasonlító planetológia, Szférikus csillagászat történeti alkalmazásai.

Gyakorlat: Bevezetés a csillagászatba II., mérési gyakorlat II. éves csillagász szakos hallgatók számára, mérési gyakorlat IV. éves fizikus hallgatók számára.

DTE-n: Előadás: A Nap és a csillagok fizikája, fizikus és fizika szakos hallgatók számára.

SZTE-n: Előadás: Galaktikus csillagászat I., Űrcsillagászat IV. éves csillagász szakos hallgatók számára.

Nemzetközi kapcsolatok. Együttműködés az amerikai SIRTf infravörös messerséges holdra benyújtandó pályázatok közös kidolgozásáról (MTA CSKI, MPA Heidelberg, STSI Baltimore, AIP Potsdam); GAIA asztrometriai űrmisszió változócsillag-munkacsoport; folyamatos részvétel a Nemzetközi Aszt-

ronautikai Akadémia munkájában; együttműködés a Princeton University Observatory-val automatizált változócsillagászati megfigyelésekben; MACHO – affiliált programban való részvétel. A DPD katalógushoz nemzetközi együttműködések keretében kapunk észleléseket a következő obszervatóriumokból: Kiszlovodszk (Oroszország), Kanzelhöhe (Ausztria), Mount Wilson (USA), Abastumani (Grúzia), Ebro (Spanyolország), Helwan (Egyiptom), Kijev, Lvov (Ukrajna), Kodaikanal (India), Ondrejov, Vassilicke Mezirici (Csehország) és Taskent (Üzbegisztán).

Pályázatok

Hazai pályázatok. OTKA: 14 tematikus pályázat, Magyar Űrkutatási Iroda: 3 PECS pályázat.

Nemzetközi pályázatok. Argentín – magyar, német – magyar TÉT együttműködés; PRODEX és PECS együttműködés az ESA-val; együttműködés az ESA ISO Data Centerrel; Heidelberg – ESA/ESTEC – Budapest együttműködés a galaktikus cirrusz vizsgálatára; COST action 283: Computational and Information Infrastructure in the Astronomical Data Grid; MTA – Izraeli Tudományos Akadémia közötti egyezmény; MTA és a JSPS közötti kétoldalú együttműködés; MTA – CNRS közös projekt; részvétel az EU FP6 European Interferometry Initiative JRP-ben.

Műszaki fejlesztés, számítástechnika

Az év során beszereztünk egy SunFire V120 szervert (ITEM pályázati keretből), valamint egy IBM eSeries PC-szervert és egy HP színes lézernyomtatót. A pizskétetői internetkapcsolat sávszélessége 256 kbps-re bővült.

A pizskétetői távcsövek és kupolák rendszeres karbantartása mellett léptetőmotoros hajtással váltottuk ki a Cassegrain-távcsövön az elektromechanikus óragépet, helyreállítottuk az RCC távcső résnyitásának rádióvezérlését, és elkészítettük a hardvert az RCC kupola számítógépes forgatásához és résnyitásához.

Az intézet személyi állománya

A 2003. december 31-én érvényes állapothoz képest a személyi állományban a következő változások történtek: Intézetünk állományába került: Kóspál Ágnes (Budapest), Muraközi Judit, Sári Ágnes (Debrecen). Intézetünkéből távozott: Kupi Gábor, Zsuffa Dávid (Budapest), Tóth László (Debrecen).

Érdi Bálint

Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2004-ben

Személyi állomány

A Tanszék személyi állománya az előző beszámolási időszakhoz képest nem változott. Tanszékvezető Érdi Bálint egyetemi tanár. A Tanszék munkatársai: Balázs Béla egyetemi tanár, Petrovay Kristóf egyetemi docens, Szécsényi-Nagy Gábor egyetemi adjunktus, Tóth L. Viktor egyetemi adjunktus. 2004 őszétől Sándor Zsolt OTKA posztdoktori ösztöndíjasként dolgozik a tanszéken.

Doktorandusz hallgatók: Hetesi Zsolt, Kiss Zoltán, Kovács Tamás, Könyves Vera, Major Balázs, Nagy Imre, Pál András, Posztobányi Kálmán.

Oktatás

A tanszék oktatási tevékenysége az eddigi gyakorlatnak megfelelően folytatódott.¹ A beszámolási időszakban a következő hallgatók tettek csillagászatból záróvizsgát: Bagi Angéla, Fröhlich Georgina, Kóspál Ágnes, Marschalkó Gábor, Orgoványi Judit, Pál András, Posztobányi Kálmán, Spindler Szabolcs, Sztanyek Tímea, Torma Csaba, Veres Viktória.

Itt említjük meg azt a tanszék életében igen fontos eseményt, hogy pályázati forrásokból (Oktatási Minisztérium, ELTE Fizika Doktori Iskola) sikerült beszerezni egy 16 hüvelyk nyílású tükröteleszkópot ($D = 406$ mm). A távcső Ritchey–Chrétien optikai rendszerű, két hiperboloid (egy konkáv és egy konvex) tükrrel, Cassegrain-fókuszban felszerelhető, koaxiálisan elforgatható segédberendezésekkel. Nyílásviszonya 1:8.9 (fókuszrövidítővel 1:7-re redukálható). Kihasználható látómezeje maximálisan 63 mm átmérőjű. Keresőtávcsöve 6×50 -es, vezetőtávcsöve nincs. Gyártója: Optical Guidance Systems, USA. Mechanikája: Astrophysics AP1200 típusú német szerelés, léptetőmotorokkal, állítható pólusmagassággal. Óratengelyébe pólustávcső helyezhető.

A távcsőre szerelhető észlelőműszereink: 55 mm gyújtótávolságú okulár vizuális észlelésekhez; Minolta SRT–101 típusú SLR fényképezőgép (hagyományos ezüst-alapú fotográfiához); SBIG STL–11000M típusú monokrom

1. Az oktatással kapcsolatos információk az astro.elte.hu/ címen érhetők el.

CCD-kamera, termoelektromosan hűthető és binelhető interline-transzfer chippel (fényelektromos mérésekhez). A képek kiolvasása univerzális soros porton (USB-port) keresztül történik. A kamerában beépített szűrőváltóegység van. Jelenleg standard (két hüvelyk átmérőjű) R, G, B és Clear szín-szűrő sorozat áll rendelkezésünkre. Meghajtó szoftvere: CCDOPS, segédprogramok: The Sky, CCDSoftV5 (minden program Microsoft Windows alapú). A távcső üzembe helyezésétől a gyakorlati oktatómunka és a megfigyelésekkel kapcsolatos kutatások megerősödését várjuk.

Kutatás

Szoláris magneto-hidrodinamika

A projekt tagjai: Petrovay Kristóf (témavezető), Forgácsné Dajka Emese (Konkoly Obszervatórium), Major Balázs.

Folytattuk a Parker-féle határfelületi dinamómodell fokozatos általánosítását. A meridionális cirkulációnak a dinamóra gyakorolt hatását illető korábbi eredményeinket alkalmaztuk a Nap konkrét esetére. Kitént, hogy realiztikus sebességű cirkuláció nem képes a dinamóhullám terjedési irányát megszabó Parker – Yoshimura-féle előjelszabály megfordítására. Ez fontos megkötést jelent a szóba jöhető dinamómodellekre nézve (PETROVAY K.).

A Greenwich Photoheliographic Results katalógus segítségével vizsgáltuk a Gleissberg-ciklust, valamint a SOHO/Michelson Doppler Imager intenzitás- és mágneses térképek alapján a napaktivitás rövid periódusú változásait. Tanulmányoztuk a napfoltok eloszlásából származtatott pillangódiagram finomszerkezetét is. Azt találtuk, hogy a Gleissberg-ciklus során a diagram „szárnyai” egyre jobban átfedik egymást (FORGÁCSNÉ DAJKA E., MAJOR B.).

A greenwichi napfoltkatalógus adatainak felhasználásával vizsgáltuk a napfoltcsoportok pillangódiagramját az 1874–1976 évekre. Azt találtuk, hogy a foltcsoportok szélesség szerinti eloszlása mindkét féltekét tekintve kettős csúcsot mutat, 10–15°, illetve 20° táján (MAJOR B.).

Égi mechanika

Az égi mechanikai kutatások Érdi Bálint vezetésével folynak. A csoport tagjai: Sándor Zsolt, Süli Áron, Nagy Imre, Kovács Tamás, Pál András és Posztobányi Kálmán.

Dinamikai stabilitási katalógust készítettünk exobolygó-rendszerekre az elliptikus korlátozott háromtest-probléma modelljében, a relatív Ljapunov-indikátorok módszerének alkalmazásával, több millió pálya numerikus integrálásával. A katalógus felhasználható a lakhatósági zónák stabilitási tulajdonságainak meghatározására, illetve annak gyors eldöntésére, hogy újonnan

felfedezett exobolygók megfigyelésekből levezetett pályaelemei dinamikaileg reálisak-e (SÁNDOR Zs., SÜLI Á., ÉRDI B.).

Kilenc ismert exobolygó-rendszerben vizsgáltuk a koorbitális mozgások stabilitását. Meghatároztuk a trianguláris Lagrange-pontok körüli nemlineáris stabilitási tartomány méretét és szerkezetét. Valamennyi rendszerben kiterjedt stabilitási tartomány található a Lagrange-pontok körül, melyekben kis tömegű exotrójai bolygók létezhetnek (ÉRDI B., SÁNDOR Zs.).

Bolygórendszerek egy modelljében vizsgáltuk a tömegnövekedés hatását a rendszer stabilitására. Kimutattuk, hogy a tömegnövekedés a szekuláris frekvenciák közti rezonanciához, majd szökéshez vezethet. Ez a felismerés megszorításokat jelent a bolygókeletkezési elméletekre, hiszen a bolygócsírák fejlődése során a szekuláris rezonanciák helye a növekvő tömegek függvényében változik, ez pedig a proto-bolygórendszerből történő szökést eredményezhet (SÜLI Á.).

Csillagközi anyag fizikája, csillagkeletkezés

A kutatásokban Tóth L. Viktor (témavezető), Kiss Zoltán, valamint Ács Barbara, Klagyivik Péter egyetemi hallgatók és Könyves Vera vettek részt.

Megjelent, és az Astronomy and Astrophysics címloldalára került a csoport sok éves munkájával létrehozott galaktikus hurkok katalógusát elemző cikk. A Taurusban egy protobarnatörpe-jelöltet találtunk (APAI D., TÓTH L. V., HENNING és társai).

A Cepheus területen felfedezett gerjesztő mechanizmusok, a hideg felhőmagok és az infravörös hurkok komplex analízisét publikációban foglaltuk össze (KISS Z., TÓTH L. V., és társai). A japán ASTRO-F tudományos program előkészítésében a fenti Cepheus felméréssel, a Chamaeleon terület elemzésével, valamint a 2. és 3. galaktikus negyedek infravörös, kozmogóniailag fiatal pontforrásainak leírásával vettünk részt (KISS Z., TÓTH L. V. és társai; valamint ÁCS B., KLAGYIVIK P. TDK dolgozat). Az ASTRO-F műhold repülési (mission) programjában TÓTH L. V. társ-kutatói státust kapott.

A távoli-infravörös hurkok teljes égre vonatkozó adatainak vizsgálatából felderítettük a Tejútrendszer nagyskálájú szerkezetét a Naprendszer pár kiloparszekes környezetében. A statisztikai és fizikai vizsgálatok információt adtak a Naprendszer környékén a csillagközi anyagban lejátszódó folyamatokról. A GIRL katalógus (Galactic InfraRed Loop²) Cepheus-buborék nevű objektumának falában levő Lynds 1188 sötét molekulafelhő több hullámhossztartományban folytatott szisztematikus vizsgálatából arra következtettünk, hogy a felhőben aktív, indukált csillagkeletkezés folyik (KÖNYVES V.).

Flercsillagok az η Tauri látszólagos égi környezetében

E témakörrel Szécsényi-Nagy Gábor foglalkozik, aki folytatta a kijelölt égitérület programcsillagainak fotometriai és asztrofotometriai vizsgálatát. Az MTA KTM CSKI Piskésetői Obszervatóriumának Schmidt-távcsövével vizuális, H_{α} és közeli infravörös tartományban végzett méréseket, és a kijelölt égitérület újabb mintegy 15%-ról gyűjtött megfigyelési anyagot.

Kozmológia, kozmikus struktúrafejlődés

A témakörben folyó kutatásokat a tanszéken Balázs Béla, Hetesi Zsolt és Regály Zsolt végzi. A kutatásokban részt vesz a Konkoly Obszervatóriumból Balázs Lajos és Csizmadia Szilárd, továbbá Teres Ágoston (Vatikáni Obszervatórium). A projekt keretében a kozmikus struktúrák általános fejlődésére, az Ia típusú szupernóvák kozmológiai szerepére, és a tudomány filozófiai vonatkozásaira irányuló kutatások folynak.

Kimutattuk, hogy az Ia típusú szupernóvák adatainak kozmológiai felhasználása idő előttinek tekinthető, mert az adatsorok statisztikus vizsgálata az adatok redukciója után is megtalálható szisztematikus eltérésekre derített fényt. Ennek következtében az Ia szupernóvák fényesség – vöröseltolódás diagramja még nem tekinthető a gyorsuló Univerzum melletti abszolút bizonyítéknak (BALÁZS L., HETESI ZS., REGÁLY ZS.).

A kozmológiában egyre elfogadottabb antropikus elvek vizsgálata során rámutattunk, hogy a Gödel-féle nem-teljességi tétel meggátolhatja, hogy az Univerzum fizikai állandóinak finomhangolását egy egyesített elméletből, vagy „szuperképletből” le lehessen vezetni (HETESI ZS., BALÁZS B.).

Rámutattunk, hogy a földön kívüli értelmes élet valószínűségét leíró Drake-egyenlet kiegészítésre és átalakításra szorul, ha a kommunikálni képes civilizációk valószínűségét kívánjuk felírni (REGÁLY ZS., HETESI ZS.).

Egyéb munkák: asztrofotográfiai archívum

A kétezer kisbolygófelvételt archiváló fotolemez-gyűjtemény digitalizálására beszereztünk egy 3200 dpi optikai felbontású CanoScan 9900F típusú szkeneret. A készülék installálása és kalibrálása után meghatároztuk geometriai torzításának paramétereit, majd megkezdtük a felvételek digitalizálását (SZÉCSÉNYI-NAGY G.).

Szécsényi-Nagy G. folytatta az adatgyűjtést a strukturált kómát (és esetleg csóvát is) mutató üstökösökről. Négy ilyen objektumról készített direkt, illetve többszín-fotometriai felvételeket, melyek szintén helyet kaptak az asztrofotográfiai archívumban.

Szatmáry Károly

A Szegedi Csillagvizsgáló tevékenysége 2003-2004-ben

A Szegedi Tudományegyetem (SZTE) Természettudományi Karán a csillagász szakra továbbra is sokan jelentkeznek. A felvételi keretszám 15 fő.

A SZTE Szegedi Csillagvizsgáló jelenlegi munkatársai: dr. Satmáry Károly egyetemi docens, dr. Vinkó József egyetemi docens, dr. Gergely Árpád László tudományos főmunkatárs, Balog Zoltán tudományos segédmunkatárs, Szabó Gyula, Sziládi Katalin, Mészáros Szabolcs, Székely Péter, Keresztes Zoltán doktori (PhD) ösztöndíjasok, Jurkovity Mónika, Nagy Botond, Gáspár András, Makai Zoltán, Csorvási Róbert csillagász hallgatók, demonstrátorok. Kiss László és Derekas Aliz Ausztráliában, Fűrész Gábor és Csák Balázs az USA-ban a Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics intézetben dolgozik.

Tudományos eredmények

A korábbiakhoz hasonlóan fő kutatási területünk a pulzáló és fedési változócsillagok vizsgálata maradt, de jelentős eredményeket értünk el a csillaghalmazok, a csillagkeletkezés és az üstökösök, kisbolygók, nóvák, szupernóvák területén is. Gravitációelméleti elemzéseket végeztünk a kompakt kettőscsillagok gravitációs sugárzása és a kozmológia területén. Kutatásaink elsősorban a megfigyelő csillagászat eszközeivel történtek, melyekhez fotometriai, spektroszkópiai és asztrometriai méréseket végeztünk Magyarországon (Szeged, MTA KTM Csillagászati Kutatóintézete Piskésetetői Obszervatórium), az USA-ban (Fred L. Whipple Obszervatórium, MMT) és Ausztráliában (Siding Spring Obszervatórium).

A 2003. és 2004. évben 48 angol nyelvű publikációnk jelent meg. Nemzetközi referált folyóiratban 22, konferenciakiadványban 18, egyéb nemzetközi kiadványban (IBVS) 4, körlevelekben 4. Magyarul 33 cikket közöltünk a csillagászati évkönyben és a Meteor havi folyóiratban. A cikkek listája valamint a kutatási és oktatási tevékenységünk részletei megtalálhatók honlapunkon¹.

1. A tanszék honlapjának címe: astro.u-szeged.hu

Változócsillagok

Egy szélsőségesen erős periódusváltozású, első felharmonikusban pulzáló RR Lyrae-csillagot fedeztünk fel a MACHO projekt által a Nagy Magellán-felhőben talált fedési kettőscsillagok között. A MACHO J050918.712 – 695015.31 jelű csillag egy 15^m -s galaktikus RR Lyrae, amely a Nagy Magellán-felhő irányában látható. Az archív MACHO adatok mellett elemeztük az OGLE – III projekt friss méréseit is. Az összesített, 12 évet lefedő, nagy pontosságú CCD mérések egyedi képet rajzoltak fel: a csillag periódusa 8 éves ciklushosszal modulálódik, s a relatív periódusváltozás eléri a néhány század százalékot – ez egyedülállóan nagy érték a különben igen stabil, klasszikus pulzátorok között. Fénygörbéje érdekes módon teljesen stabil maradt, s a változások nem magyarázhatók sem többszörös periodicitással, sem amplitúdó-modulációval. A jelenségre nincs egyértelmű elméleti magyarázat, az észlelt periódusváltozást okozhatja kettős rendszerbeli keringés (valószínűtlen, mivel egy kb. $40 M_{\odot}$ tömegű fekete lyukra lenne szükség), illetve egy hipotetikus, erős mágneses tér ciklikus változása.

Közel egy éven keresztül követtük a Nova Sgr 2003/1 (V4745 Sgr) klasszikus nóva kitörését, és spektroszkópiai fejlődését a maximum utáni 10 hónapban. A csillag érdekessége, hogy a tranziens nóvák tipikus példánya. A fénygörbéje a kitörés maximuma után ismétlődő kis kitöréseket mutatott, egyre növekvő visszatérési idővel. Ezen kis kitörések fizikai természete lényegében ismeretlen, s a szakirodalomban több versengő modell is található a jelenségről. Ausztráliában és Izraelben elvégzett spektroszkópiai méréseink szerint a kis kitörések alatt a csillag spektruma a korai nóvarobbanásra jellemző spektrumvonalakat tartalmazott. Ezt úgy értelmeztük, hogy utórobbanásokat látunk, melyek során a fehér törpe főkomponens felszínéről egyre csökkenő mennyiségű anyag repül le. A jelenség hátterében feltehetően pulzációszerű aktivitás áll, amely rezonáns módon gerjesztődik a fehér törpe felszínét takaró, a kitörés utáni hónapokban még energiát termelő hidrogénrétegben.

Megvizsgáltuk a Magellán-felhők térbeli szerkezetét a bennük található, pulzáló vörös óriások periódus – fényesség-relációja alapján. Az átlagos periódus – fényesség-relációktól való eltéréseket távolságmodulus-különbségként értelmezve meghatároztuk több ezer vörös óriás látóirányú távolságkülönbségeit az égi koordináták függvényében. Eredményeink alátámasztják a Nagy Magellán-felhőre (LMC) más módszerekkel kapott, dőlt és talán görbült fősík képét: az LMC központi részének keleti vége kb. 2.4 kpc-kel közelebb van hozzánk, mint a nyugati vége, azaz a galaxis síkja kb. 30° -os szöget zár be az égbolt érintősíkjaival. A magban lévő héliumot égető óriásági csillagok abszolút fényességét felhasználó módszert összevetettük a csillagközi anyag vörösödést okozó hatására sokkal érzékenyebb periódus – fényesség-relációs

eredményeinkkel, s a talált különbségek arra utalnak, hogy a héliumégető óriásági csillagok eloszlása inhomogén az LMC-n belül, azaz az LMC történetében több, térben és időben jól elkülönülő csillagkeletkezési korszak volt. A Kis Magellán-felhő (SMC) esetében összetett szerkezetet találtunk, bő 3 kpc-es távolságszórással, amire az SMC hosszúkás, látóirányban elnyúlt szerkezete ad magyarázatot.

Tanulmányoztuk a sűrű csillagmezők CCD kamerás leképezésekor fellépő szisztematikus hibák problémáját. Ehhez bevezettünk egy egyszerű paramétert az égen egymáshoz közel elhelyezkedő csillagok látszólagos összeolvadása (blending) által előidézett statisztikus veszteségek leírására. Levezettünk egy egyszerű formulát, amellyel egy adott csillagmezőben megbecsülhetjük a blending miatt detektálhatatlanul maradt csillagok számát, ami átszámítható átlagos fotometriai bizonytalanságra, ha ismerjük a csillagmező luminozitásfüggvényét. Bemutattuk a módszer három alkalmazását:

Eleméztük az LMC BVI szűrős fotometriai térképeit, melyek az Optical Gravitational Lensing Experiment II. mérésein alapultak. Azt találtuk, hogy a V 18–19^m-s csillagokra akár 0.2–0^m.3-t is elérheti a blending által okozott szisztematikus fényességhiba, ami magyarázatot ad az OGLE–II csoport RR Lyrae csillagokra alapozott, rövid távolságskálás távolságmodulusára. Eredményeink szerint a hiba figyelembevételével az OGLE–II csoport távolságmodulusa a hibahatáron belül megegyezik az LMC standard távolságmodulusával (18^m.5), azaz sem a kozmológiai távolságskála alappontjául szolgáló LMC-távolság, sem a levezetésére használt módszerek többsége nem szorul revízióra.

Megvizsgáltuk a kettőscsillagok hatását hét nóvakitörés körüli csillagmező statisztikus tulajdonságai alapján. Ehhez kétpont-korrelációs függvényeket számoltunk ki, amik arra a következtetésre vezettek, hogy a Tejútrendszerben a 10''-nél szorosabb optikai kettőscsillagok igen nagy hányada fizikailag is korreláló kettős rendszer. Ezzel kidolgoztunk egy módszert adott csillagmezőkben a valódi kettőscsillagok számának megbecslésére, amit alkalmaztunk az analizált klasszikus nóvákra. Két esetben (V1494 Aql és V705 Cas) azt találtuk, hogy a nóvák közelében látható halvány csillagok nagy valószínűséggel fizikailag is kötődnek a nóvarobbanáshoz, azaz ezek feltehetően hierarchikus hármas rendszerekben történtek.

Nagy felbontású csillagkatalógusok alapján megvizsgáltunk három fotometriai exobolygó-kereső programot blending-gyakoriság szempontjából. Azt találtuk, hogy a használt műszerek fényesség- és szögfelbontás-tartományában akár a csillagok 50–60%-a felbontatlanul maradó optikai kettőscsillag. Azaz a nagy felbontású csillagkatalógusokkal való keresztkorrelálás annyira fontos része az adatfeldolgozásnak, hogy szükséges lenne beépíteni már a legalapvetőbb adatredukálási eljárások közé.

Az aszimptotikus óriásági félszabályos és mira változócsillagok esetében irodalmi háttérkutatások szükségesek a minél hosszabb és folytonosabb vizuális fénygörbék összegyűjtésére. Ebben nagy segítséget jelentenek a különböző nemzetközi adatbázisok (AFOEV, VSOLJ, BAA VSS, AAVSO), melyek fenntartóival jó együttműködésben vagyunk már évek óta. A többszörös periodicitású félszabályos változócsillagok részletes fénygörbe-analízisen keresztül a változások minél teljesebb leírását kívánjuk megadni. A hagyományos idősor-analízis módszerek mellett (pl. Fourier-analízis) az idő–frekvencia-módszerek (pl. wavelet-analízis, Choi–Williams-eloszlás) alkalmazása képezi a vizsgálatok alapját.

Folytattuk az aránylag szabálytalanabb fényváltozású SRc és SRd típusú pulzáló vörös óriáscsillagok adatainak összegyűjtését. Saját CCD fotometriai méréseket is végeztünk (RS Per). Az idősorok analízise jelenleg folyik. Újabb méréseket végeztünk a BE Lyncis nagy amplitúdójú δ Scuti változócsillagról. Az irodalmi adatokat kiegészítve, görbeillesztési módszerrel új O–C diagramot számoltunk, és megvizsgáltuk a modellek illeszkedését, reziduáljait is. Előzetes eredményeink alapján az O–C változását a klasszikus, maximumokon alapuló O–C szórásánál jóval kisebbnek találtuk; a fénygörbe-reziduálok nem utaltak meggyőzően állandó periódusú mikrováltozások jelenlétére.

Változócsillagokat kerestünk az M38 és a szomszédos NGC 1907 nyílthalmazban. A mérések első kiértékelése alapján a halmazokban W UMa és kisebb amplitúdójú egyéb változócsillagokat találtunk, melyeknek analízise folyamatban van.

Egyéb kutatások

Számos galaxisról készítettünk felvételeket az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézete Piskéztetői Observatóriumában abból a célból, hogy ha bennük megjelenik egy szupernóva, akkor a korábbi kép levonásával a szupernóva fényessége pontosabban meghatározható legyen. Ez a módszer már több esetben sikerre vezetett (21. kép a színes mellékletben). Öt extragalaktikus szupernóva többszín-fotometriai és spektroszkópiai megfigyelése alapján modelleztük fényességváltozásukat, és meghatároztuk a szülőgalaxisuk távolságát.

Elvégeztük az NGC 7538 jelű HII régió feltérképezését közeli infravörösben az arizonai Fred Whipple Observatórium 1.2 m-es távcsövével. A 2.2 μ m-es mérések felfedtek egy eddig ismeretlen, fiatal, beágyazott halmazt a régió délnyugati részén. JHK észleléseink alapján megbecsültük a terület vörösödési törvényét, és több mint 200 infravörös színtöbbletet mutató csillagot azonosítottunk. A terület szín–fényesség-diagramja alapján alsó becslést adtunk a halmaz távolságára illetve vörösödésére. A kezdeti tömegfüggvényből megbe-

csültük a halmazban található csillagok össztömegét, és a kapott eredményt összehasonlítottuk más halmazokra kapott értékekkel.

A Sloan Digital Sky Survey által megfigyelt aszteroidák közül mozgásuk alapján kiválasztottuk a Jupiter trójai kisbolygóit, majd ezek ötszín-fotometriai vizsgálatát végeztük el. A vezető és követő csoportok szín-eloszlását szignifikánsan különbözönek találtuk, és kimutattuk, hogy a színek az inklinációval korrelációban is változnak (nagyobb inklináción vörösebbek az égitestek). Ez a vizsgálat is megerősíti, hogy az SDSS milyen pontosan méri a halvány égitestek színeit is. Ezt egy folyamatban lévő változócsillagászati alkalmazásban fogjuk kihasználni, az SDSS – POSS – 2MASS keresztreferálásával talált mintegy 14 000 változócsillag nyolcszín-fotometriai statisztikájában.

Folytatjuk az SDSS Mozgó Objektumok Katalógusa (SDSS MOC) alapján a trójai kisbolygók vizsgálatát. Az SDSS MOC III. katalógusban 1187 trójai jelölt kisbolygót találtunk, amelyek a korábbi vizsgálatok eredményét (különbség a vezető és követő populáció számában, szín – inklináció korreláció) megerősítik. Kimutattuk továbbá, hogy a nagy inklinációjú vezető trójai kisbolygók színe függ a méretüktől, a többi kisbolygóra hasonló relációt nem találtunk.

Gravitációelmélet

A kompakt kettős rendszerek összeomlásuk végső fázisában jelentős gravitációs sugárzást bocsátanak ki. Ennek frekvenciája a 2003-ban megépült LIGO interferometrikus gravitációshullám-detektor észlelési tartományába esik. A LIGO-t eddig csak rövid ideig használták tudományos mérésekre, ún. mérnöki üzemmódban működik, hogy érzékenységét az elméletileg lehetséges legmagasabb szintre emeljék. Maximális érzékenységének elérése után a jelenlegi optikával a LIGO évi két-három eseményt mutat majd ki, a 2008-ra tervezett új optikával pedig ennek százszorosa várható. A sikeres méréshez szükséges a gravitációs sugárzás jelalakjainak pontos ismerete, ehhez pedig a kompakt kettősök pályafejlődését igen nagy pontossággal kell nyomon követni. Ehhez kapcsolódóan kiszámítottuk a kompakt kettős rendszer kétféle (korábban excentrikus pályákra nem tárgyalt) kölcsönhatásából származó járulékokat. Ezek egyike a neutroncsillagok lapultságából származik. Itt a vezető járulék az egyik neutroncsillag kvadrupólmomentumának a másik neutroncsillag tömegével való kölcsönhatása. Beláttuk, hogy a mágneses dipólmomentumok kölcsönhatása is igen jelentős lehet.

A brán-világok olyan elméletek, melyekben a gravitáció 5 dimenzióban hat, a standard modell fizikai mezői pedig egy 4 dimenziós bránon fejlődnek. A brán-elméletek előnye, hogy természetes megoldást kínálnak a hierarchia-problémára (megmagyarázzák, miért annyira gyenge kölcsönhatás a gravitáció). A jelenlegi kozmológiai mérések (WMAP, távoli szupernóvák, SDSS – a

galaxisok eloszlásának feltérképezése) szerint az Univerzum tömegének 70%-át az antigravitációs jellegű, sötét energia adja, melynek létezésére és természetére nincs fizikai magyarázatunk. A brán-elméletekben nincs szükség sötét energiára a jelenlegi Univerzum gyorsulásának magyarázatához, ezt a lehetőséget az ötödik dimenzió görbültsége természetesen nyújtja. Munkánkban megvizsgáltuk a brán aszimmetrikus beágyazásának következményeit és azt találtuk, hogy az aszimmetrikus beágyazás újabb lehetőséget nyújt az Univerzum gyorsulásának magyarázatára. Találtunk egy homogén, Kantowski – Sachs típusú brán megoldást a brán-elméletben. Megvizsgáltuk az ötödik dimenzió irányába sugárzást kibocsátó brán fizikáját is. Ilyen sugárzás akkor keletkezik, amikor a bránt nagy energiák jellemzik (korai Univerzum). Azt találtuk, hogy a sugárzás figyelembevételével a nukleoszintézis feltételeit könnyebb teljesíteni.

Konferenciák, tanulmányutak

Kiss László és Derekas Aliz az Annual Scientific and General Meeting of the ASA (2004, Ausztrália) konferencián vett részt előadással és poszterrel. Balog Zoltán 2003-ban Brazíliában volt az Open Issues in Local Star Formation and Early Stellar Evolution konferencián, 2004-ben tanulmányúton volt a SAO Fred Lawrence Whipple Obszervatóriumban (USA), ahol a következő témákkal foglalkozott: Beágyazott halmazok feltérképezése közeli IR-ben, Cepheus-beli PMS (Pre Main Sequence) csillagok spektroszkópiai vizsgálata. 2003-ban és 2004-ben a Cores to Clusters nemzetközi konferencián vett részt (Porto, Portugália), ahol 2 posztert mutatott be. Vinkó József és Sárneckzy Krisztián 2003-ban 2 poszterrel szerepelt a Supernovae 192. IAU Kollokviumon (Valencia, Spanyolország). Gergely Árpád László Kanadában és Írországban gravitációelméleti konferenciákon, Angliában tanulmányúton volt.

Szegedről többen részt vettünk a budapesti New Deal in European Astronomy: Trends and Perspectives JENAM 2003 konferencián, 4 poszterrel.

Rendszeresen kaptunk távcsőidőt, így méréseket végezhetünk az MTA KTM Csillagászati Kutató Intézete piszkéstetői obszervatóriumában.

Szabó Gyula az USA-ban (Princeton University) 1 hónapig az SDSS égboltfelmérő program adatfeldolgozásában vett részt, Olaszországban (Arcetri Osservatorio) és Horvátországban (Crni Vrh Obs.) a CARA üstökös adatbázis munkabizottságában tevékenykedett. Mészáros Szabolcs és Székely Péter Ausztráliában (University of Sydney, Siding Spring Observatory) volt kb. 1 hónapos tanulmányúton illetve CCD felvételeket készíteni. Csák Balázs 2004 novemberétől a Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (USA) intézetben folytatja PhD tanulmányait illetve kutatásait. Ebben az intézetben volt tanul-

mányúton Major Csaba csillagász hallgató is, aki Arizonában spektroszkópiai méréseket is végzett. Kutatásainkat az OTKA két pályázatban is támogatta.

Oktatás, ismeretterjesztés

A 2003/2004. tanévben 6 I. éves, 8 II. éves, 4 III. éves, 9 IV. éves és 4 V. éves csillagász szakos hallgatónkat oktattuk. A csillagközi anyagról és a csillagfejlődésről szóló Kun Mária (CSKI), az űrcsillagászatról Szabados László (CSKI) vendégoktatók fél éves előadása. Kolláth Zoltán (CSKI) a pulzációelméletéről és a káoszról, Petrovay Kristóf (ELTE) a napfizikáról tartott kurzust nálunk.

A IV. éves fizikus és fizikatanár szakos hallgatóknak Csillagászat, az I. éves geográfus és földrajztanár szakosoknak Csillagászati földrajz kurzusokat tartottunk. Továbbra is igen népszerűek voltak az általános művelő tárgyként meghirdetett előadásaink, választhatóként felvehető kurzusaink, melyeket gyakran 250–500 hallgató is felvett egy-egy félév során. A két év alatt 10 szakdolgozat illetve diplomamunka és 10 TDK dolgozat született csillagászati témakörben.

2003-ban Mészáros Szabolcs I. díjat, Székely Péter II. díjat, Gáspár András III. díjat, Bebesi Zsófia dicséretet, Sipőcz Brigitta Pro Scientia Junior aranyérmét kapott a miskolci XXVI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia (OTDK) csillagászati szekciójában. 2003-ban csillagász oklevelet szerzett Bebesi Zsófia, 2004-ben Mészáros Szabolcs, Németh Péter és Székely Péter.

Internetes honlapunk igen sok magyar nyelvű csillagászati és űrkutatási anyagot tartalmaz, folyamatosan fejlesztjük. Ily módon szeretnénk bemutatni tevékenységünket, illetve segíteni a hazai oktatást és tudománynépszerűsítést.

A Szegedi Csillagvizsgálóban keddenként az MCSE helyi csoportja tartotta foglalkozásait Székely Péter vezetésével. A hagyományos őszi találkozóinkon az ország sok részéről mintegy 50 amatőr csillagász vett részt. A péntek esti nyitva tartásaink során évente kb. 5000 látogatónk volt.

Horváth András

A TIT Budapesti Planetárium működése 2004-ben

A 2004-es év összességében eredményesen zárult, s az év közben felmerült problémák ellenére pénzügyi mérlegünk is pozitívan alakult. A közönségfogadó kupola hűtésrendszerének kiviteleztetésével negyedszázados elképzelésünket sikerült megvalósítani.

Új műsorok, látogatottság, kiállítások

2004-ben készítette el Gesztesi Albert a *Földönkívüliek* című új műsorunkat, amelyet az UFO-téma újszerű feldolgozása miatt felnőtteknek ajánlunk. Az előadás a más égitesteken lehetséges élet kérdéseit tárgyalja a legújabb naprendszerbeli kutatások és több mint száz exobolygó felfedezése kapcsán. A műsor a földönkívüli civilizációk számának, szakmailag igényes vizsgálata mellett tárgyalja egy esetleges földönkívüli látogatás „filmen rögzített” eseményeit, és egy földről indított csillagközi utazás lehetőségeit is.

A Budapesti Planetáriumban 2004-ben 1350 iskolai és nagyközönségi előadáson több mint 82 000 néző vett részt, az átlagos nézettség az egész évi valamennyi előadásra 61 fő. Csillagászati műsorainkon a legtöbb néző (14 000 fő) az iskolai kirándulások időszakában, májusban volt. Az év első felében jelentősen, több mint 5000 fővel megnövekedett a látogatók száma 2003 azonos időszakához képest. Októberben viszont az előző két év átlagához képest hatvan százalékra esett vissza a nézőszám, amelynek egyik oka közönség szervezési probléma lehetett.

Körfolyosónkon a Magyar Csillagászati Egyesület *Az égbolt szépségei* című látványos fotókiállítását tekinthették meg látogatóink.

Szeptember 18. és november 21. között az Informatikai és Hírközlési Minisztérium, együttműködve az Országos Műszaki Múzeummal és a Magyar Informatikatörténeti Alapítvánnyal *Mérföldkövek a számítástechnikában* címmel mutatta be az elmúlt ötven év számítógépeit egészen a mai noteszgépekig. A kiállítás különlegessége Jedlik Ányos rajzgépének hiteles rekonstrukciója és sok magyar fejlesztésű számítógép volt.

November 23. és 30. között a Budapesti Ismeretterjesztő Társulat igazgatójának segítségével meghívott francia Science Animation mutatta be látványos, interaktív kiállítását *Nyomvallató tudomány* címmel. E kiállítás ahhoz segítette hozzá nézőinket, hogy jobban megértsék, miként lehet a modern tudomány eszközeivel a legkülönbélebb ősi nyomokból (pl. 25 millió éves teknőspáncélból, 27 000 éves kéznyomból, egy 3000 éves egyiptomi sír eszközeiből, egy régi római villa légifotón látható maradványaiból) hitelt érdemlő adatokat nyerni.



6.. ábra. A *Nyomvallató tudomány* című kiállítás egy részlete

Decembertől a Mars Society Magyar Tagozata által meghirdetett *Az első emberes Mars-expedíciók* című iskolai pályázat legszebb munkáiból 71 színes rajzot és egy marsbázis-makettet állítottunk ki. A körfolyosón lévő átvilágított óriás diáink közül néhányat újabbra cseréltük. Állandó kiállításunkat a Spirit és Opportunity önjáró marsrobotok 1:6-os és 1:20-as méretarányú makettjeivel bővítettük.

A planetáriumi körfolyosót és a kupolatermet alkalmanként 2004-ben is bérbe adtuk különféle, többletbevételt biztosító rendezvényekre.

Könyvtárunk 2004-ben 2 db idegen és 11 db magyar nyelvű könyvet, 8 külföldi és 10 magyar folyóirat számait szerezte be.

Pályázatok, műszaki fejlesztés

Több beadott pályázatunkra csak a Fővárosi Közgyűlés Oktatási Bizottságától kaptunk 300 000 Ft-os támogatást. Ebből 2004 szeptemberétől két és fél hónap időtartamra ismét meghirdethettük a budapesti iskolások kedvezményes planetáriumlátogatási akcióját.

A 2004-es műszaki fejlesztés során a júniustól szeptemberig tartó időszakban kivitelezettük a planetáriumi kupola hűtőrendszerét. A 12 millió Ft összköltséget részben a Planetárium saját erőforrásaiból, illetőleg előző évi megtakarításaiból biztosítottuk; amit a Pro Cultura Urbis Közalapítvány 5 millió Ft-os támogatása egészített ki. Az éves, rendszeres planetáriumi műszerkarbantartást 2004 szeptemberében végeztük el.

Gázfűtésre történő áttérésünk utolsó mozzanataként a Planetárium előtt kiemeltettük a földből a használaton kívüli olajtartályt és tartozékait, és helyreállítottuk a parkot.

Egyéb ismeretterjesztéssel kapcsolatos tevékenység

Pályázatot hirdettünk meg egy új planetáriumi csillagász-űrkutató álláshelyre. A 12 pályázó közül kiválasztott fizikus 2005-ben kezdte meg munkáját a Planetáriumban.

Horváth András igazgató 2004-ben is részt vett a TIT Szövetség Közgyűlésének, igazgatói munkaértekezleteinek, a Magyar Űrkutató Tanácsnak, a Magyar Asztronautikai Társaságnak, a Magyar Természettudományi Társaság Csillagászati és Űrkutató szakosztályának, valamint az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézetének tevékenységében és az Aeromagazin folyóirat űrrepülési rovatának szerkesztésében. Az igazgató március 13–20. között a Magyar Űrkutató Iroda támogatásával részt vett a houstoni planetológiai konferencián. Július 18–24. között pedig a csíkszeredai tanártovábbképzőn tartott három előadást marskutatói és űrhajózási témában.

Horváth András, Gesztesi Albert és Mátis András az újságokban, rádiókban, televíziókban és külső előadásokon is folytatott csillagászati és űrkutatói ismeretterjesztést.

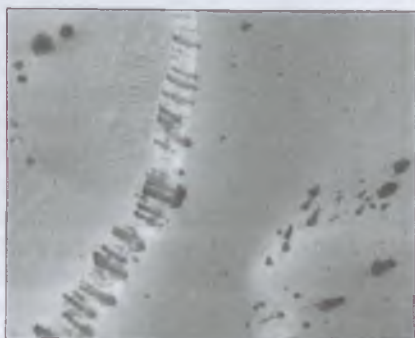
Hajtó Józsefné, a Planetárium gazdasági igazgatóhelyettese, 28 éves eredményes munka után, 2004 júliusától nyugdíjba vonult. Feladatkörét a TIT Szövetségi Iroda pénzügyi osztálya vette át. Júliustól gondnok-főpénztárosnak Burján Attiláné könyvelő-statisztikust alkalmaztuk. 2004–2005 fordulóján Klubuzai Józsefné takarítónő 24 éves szolgálat után, Zelenik Józsefné pénztáros 10 éves munka után ment nyugdíjba.

Kutatási eredmények

A fő tevékenységünkön, a csillagászati-űrutasítási ismeretterjesztésen túl 2004-ben is folytattunk tudományos tevékenységet. Planetológiai tanulmányaink a Mars sarkvidékein megfigyelt sötét dűnefoltokhoz kapcsolódó lefolyási jelenségekre irányultak. E munkába Kereszturi Ákos és Sik András is bekapcsolódott.

Elemeztük az amerikai Mars Global Surveyor űrszonda két egymás utáni marsi tavaszon, 2001-ben és 2003-ban, egy déli sarkvidéki kráter belsejéről készített felvételeit. A képeken megfigyelhető dűnefolt-lefolyások alakjának vizsgálata arra utalt, hogy a sötét dűnék 25° -os dőlésű lejtőin, a fagyott széndioxid-vízjég réteg alatt több száz friss, valószínűleg víz által okozott lezivárgás található.

A legérdekesebb új megállapítás az, hogy a lejtők aljába lezivárgott víz – vagy a marsi sár – néhány méter átmérőjű sötét foltokban, tavacsákban gyűlik össze. Az egyik marsi tavaszcikról a másikra a lefolyások alakja és helye is megváltozott. Ebből arra következtettünk, hogy itt közel jelen idejű folyamatokról van szó, amelyeket feltehetően folyékony víz okoz. Mai ismereteink szerint ez az egyetlen olyan folyamat a Marson, amely folyékony víz jelenlétére utal.



Valószínűleg víz által okozott lefolyásnyomok a Marson, egy dűne lejtőjén.

A bal oldali kép 2001.08.13-án, a jobb oldali 2003.07.13-án készült

Szerzőink

- BALÁZS LAJOS, a fizikai tudomány kandidátusa, igazgató, MTA Csillagászati Kutatóintézete.
- BARCZA SZABOLCS, a fizikai tudomány kandidátusa, tudományos főmunkatárs, MTA Csillagászati Kutatóintézete.
- BARLAI KATALIN, a fizikai tudomány kandidátusa, nyugalmazott tudományos főmunkatárs, MTA Csillagászati Kutatóintézete
- ÉRDI BÁLINT, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE Csillagászati Tanszék.
- FREY SÁNDOR, PhD, vezető tanácsos, Földmérési és Távérzékelési Intézet, Kozmikus Geodéziai Obszervatórium.
- HORVÁTH ANDRÁS, a fizikai tudomány kandidátusa, igazgató, TIT Budapesti Planetárium; tudományos főmunkatárs, MTA Csillagászati Kutatóintézete.
- ILLÉS ERZSÉBET, a fizikai tudomány kandidátusa, tudományos főmunkatárs, MTA CSKI Napfizikai Obszervatóriuma, Debrecen.
- KÁLMÁN BÉLA, a fizikai tudomány kandidátusa, tudományos főmunkatárs, MTA Csillagászati Kutatóintézete.
- KERESZTURI ÁKOS, geológus, PhD hallgató, Collegium Budapest.
- KUN MÁRIA, az MTA doktora, tudományos főmunkatárs, MTA Csillagászati Kutatóintézete.
- KISS LÁSZLÓ, PhD, posztdoktori ösztöndíjas, School of Physics, University of Sydney, Ausztrália.
- MIZSER ATTILA, a Magyar Csillagászati Egyesület főtitkára.
- PETROVAY KRISTÓF, az MTA doktora, egyetemi docens, ELTE Csillagászati Tanszék.
- SÁRNECZKY KRISZTIÁN, PhD hallgató, Szegedi Tudományegyetem.
- SZABADOS LÁSZLÓ, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, MTA Csillagászati Kutatóintézete.
- SZABÓ SÁNDOR, a Magyar Csillagászati Egyesület okkultáció szakcsoportjának vezetője.
- SZATMÁRY KÁROLY, a fizikai tudomány kandidátusa, egyetemi docens, SZTE Kísérleti Fizikai Tanszék.

Polaris Csillagvizsgáló

Bemutató csillagvizsgáló Óbudán

- * *Távcsöves bemutatás* kedden, csütörtökön és szombaton, sötétedéstől 22.30-ig. Iskolai csoportokat előzetes egyeztetés alapján más időpontban is fogadunk.
- * *Csillagászati előadás-sorozatok* ősszel és tavasszal, kedd esténként.
- * *Csillagászati szakkör* a középiskolás korosztály számára csütörtökönként.
 - * Könyvek és egyéb kiadványok vásárolhatók a Polaris-boltban a távcsöves bemutatások ideje alatt.
- * *A Magyar Csillagászati Egyesület ügyelete* minden kedden 18 órától. Várjuk a csillagászati megfigyelések és a távcsőépítés iránt érdeklődőket!

Magyar Csillagászati Egyesület – ÓMK Barátság Szabadidő Park

A Polaris Csillagvizsgáló címe: 1037 Budapest, Laborc u. 2/c.

*Telefon: (1) 279 0429, (70) 548 9124; e-mail: polaris@mcse.hu;
honlap, részletes programmal: polaris.mcse.hu*



A Magyar Csillagászati Egyesület tájékoztatója

Egyesületünk várja tagjai sorába mindazokat, akiket a csillagászat bármely területe érdekel! Kiadványokkal, rendezvényekkel, tanácsokkal segítjük tagjainkat és az érdeklődőket, hogy csillagászati ismereteket sajátíthassanak el, megfigyeléseket végezzenek, távcsöveket építhessenek és kapcsolatot teremthessenek a hasonló érdeklődésűekkel.

Meteor – a Magyar Csillagászati Egyesület lapja

A *Meteor* havonta tájékoztat a csillagászat legújabb eredményeiről, az égbolton megfigyelhető jelenségekről, az egyesület programjairól. Tanácsokat ad csillagászati megfigyelések végzéséhez, csillagászati fotózáshoz, távcsőépítéshez, számítógépes programok készítéséhez. Kérjen ingyenes mutatóvényművet!

Csillagászati évkönyv

Egyesületünk adja ki a *Meteor csillagászati évkönyvet*, melynek kötetait az amatőr és szakcsillagászok mellett haszonnal forgathatják a kezdő érdeklődők, az ismeretterjesztők, a szakkör- és klubvezetők, valamint a pedagógusok is. Az évkönyvek táblázatos része az aktuális év csillagászati jelenségeiről, az égitestek láthatóságáról közöl előrejelzéseket és magyarázatokat. Cikkei megkönnyítik az olvasók eligazodását korunk szinte követhetetlen információáradatában, a beszámoló pedig a hazai csillagászati intézmények munkájáról adnak tömör áttekintést.

Csillagászati táborok, észlelőhétvégék

Nyári táborainkat zavaró fényektől távoli megfigyelőhelyeken tartjuk. Táboraink kitűnő lehetőséget biztosítanak a csillagászat elméleti és gyakorlati alapjainak elsajátítására. Ifjúsági táborainkat a csillagászat iránt érdeklődő középiskolás korosztály számára szervezzük. Évente megtartott észlelő-távcsőépítő találkozónk az ország amatőr-csillagászai számára kiváló lehetőséget nyújt megfigyelések végzésére, tapasztalatszerzésre. Újholdas hétvégeken tartjuk megfigyelő-hétvégeinket Ágasváron (Mátra), melyeken – időpont-egyeztetés után – iskolai csoportok, szakkörök is részt vehetnek.

Ügyelet, távcsőépítési szaktanácsadás

Budapesten keddenként 18 órától tartunk ügyeletet az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban. Előadás-sorozatainkat is az ügyeleti napokra szervezzük. Részletes információt a *Meteor* folyóiratban találhat, vagy az egyesület telefonszámán kérhet.

A Magyar Csillagászati Egyesület az Interneten

Amennyiben van módja használni az Internetet, tekintse meg egyesületünk honlapját:

<http://www.mcse.hu>

Csillagászati előadások, távcsöves bemutatások

Egyesületünk kihelyezett távcsöves bemutatásokat és ismeretterjesztő előadásokat vállal iskolák és művelődési intézmények számára.

Magyar Csillagászati Egyesület, 1461 Budapest, Pf. 219.

Tel.: (1) 279-0429, E-mail: mcse@mcse.hu

**meteor
csillagászati
évkönyv 1996**



**meteor
csillagászati
évkönyv 1997**



**meteor
csillagászati
évkönyv**



2003



meteor

2003/2
június

Kereszturi Ákos – Sárneczky Krisztián
Célpont a Föld?
Kisbolygók a láthatáron



**meteor
csillagászati
évkönyv**

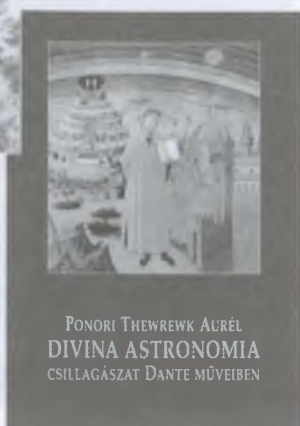


2004

Sárneczky Krisztián
**Magyarok a
Naprendszerben
–és azon túl**



PONORI THEWREWK AURÉL
DIVINA ASTRONOMIA
CSILLAGÁSZAT DANTE MŰVEIBEN



Csillagászati kiadványaink

A felsorolt kiadványokat az MCSE postacímén (1461 Budapest, Pf. 219.) rendelheti meg rózsaszín postautalványon. Az utalvány hátoldalán, a közlemény rovatban sorolja fel a megrendelt kiadványokat. Árunk a postaköltséget is tartalmazza. A zárójelben lévő összegek az MCSE tagjaira vonatkozó, kedvezményes árak.

Meteor csillagászati évkönyv 1995	400 Ft	(300 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1996	500 Ft	(400 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1997	600 Ft	(500 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1998	700 Ft	(600 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1999	900 Ft	(800 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2000	1100 Ft	(1000 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2001	1400 Ft	(1200 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2002	1600 Ft	(1400 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2003	1700 Ft	(1600 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2004	1800 Ft	(1700 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2005	1800 Ft	(1700 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2006	1950 Ft	

(tagjaink illetményként kapják!)

A Meteor 2000-es évfolyama	3200 Ft	(3000 Ft)
A Meteor 2001-es évfolyama	3600 Ft	(3400 Ft)
A Meteor 2002-es évfolyama	3800 Ft	(3600 Ft)
A Meteor 2003-as évfolyama	4000 Ft	(3800 Ft)
A Meteor 2004-es évfolyama	4200 Ft	(4000 Ft)
A Meteor 2005-ös évfolyama	4200 Ft	(4000 Ft)
A Meteor 2006-os évfolyama	5520 Ft	

(tagjaink illetményként kapják!)

Csaba Gy. G.: A csillagász Hell Miksa írásából	300 Ft	(250 Ft)
Csaba Gy. G.: Szentiványi Márton csillagászati nézetei...	300 Ft	(250 Ft)
Kereszturi Á.-Sárneczky K.: Célpont a Föld?	2000 Ft	(1800 Ft)
Keszthelyiné Sragner M.: Az égbolt mindenkié	1000 Ft	(900 Ft)
Keszthelyi S.: Magyarország napórái (katalógus)	500 Ft	(400 Ft)
Keszthelyi S.-Sragner M.: Napfogyatkozás és honfoglalás	300 Ft	(250 Ft)
Messier keresőtérképek	300 Ft	(250 Ft)
Meteorészlelő térképsorozat	200 Ft	(180 Ft)
Napfogyatkozás 1999 CD	3500 Ft	(1750 Ft)
Ponori Th. A.: Divina Astronomia	600 Ft	(500 Ft)
Ponori Th. A.: Hajnali szép csillag	600 Ft	(500 Ft)
Pleione csillagatlasz	600 Ft	(500 Ft)
Sárneczky K.: Magyarok a Naprendszerben	1600 Ft	(1500 Ft)
Rezsabek N.: Fejezetek az MCSE történetéből (1946-1949)	1000 Ft	(900 Ft)
Változócsillagok katalógusa és fénygörbéi	600 Ft	(500 Ft)

Részletes árjegyzékünket megtekintheti a Polaris Csillagvizsgáló honlapján:
polaris.mcse.hu/polaris-bolt/

Magyar Csillagászati Egyesület, 1461 Budapest, Pf. 219.
 Tel.: (1) 279-0429, E-mail: mcse@mcse.hu

Tisztelt Olvasónk!

2005-ben az 1%-os SZJA-törvénynek köszönhetően a Magyar Csillagászati Egyesület tagjai és a csillagászat barátai

2 990 176 Ft-tal

támogatták munkánkat. Az összeg egy részét a 2006-os csillagászati évkönyv bővítésére, színesítésére használtuk fel.

Kérjük, 2006-ban is támogassa a Magyar Csillagászati Egyesületet az SZJA 1%-ával – egy még szebb, tartalmasabb csillagászati évkönyvért!

Adószámunk: 19009162-2-43

Belépési nyilatkozat

Kérem felvételemet a Magyar Csillagászati Egyesületbe 2006-ra!

Név:

Cím:

Születési dátum: év hó nap

Telefonszám: E-mail:

Aláírás:

A tagdíj összege 5400 Ft, illetmény: a Meteor csillagászati évkönyv 2006 és a Meteor című havi folyóirat 2006-os évfolyama

**A tagdíjat az MCSE címére (1461 Budapest, Pf. 219.)
rózsaszín postautalványon kérjük feladni!**

É2006

Ha be szeretne lépni a Magyar Csillagászati Egyesületbe, fénymásolja le a Belépési nyilatkozatot, és kitöltve küldje el az egyesület címére!

<http://www.tavcsobolt.hu>



TD TAVCSÓ DISZKONT

Sky-Watcher

Tel: 30/2538241

e-mail:

bemutatóterem:

naponta 9-14 - optikák árusítása, tanácsadás, tesztelés
kérjük előzetes bejelentkezését

lerakat: Budapest VIII. ker. Kiss József u.5.

Black Hole lemezbolt, áruátvételi sze-csu-péntek 12-18

Csak áruátvétel, előzetes rendelés alapján!

postai utánvétellel

postaköltség maximum 1400 Ft

Fax: 99/332548

castell.nova@chello.hu

Sopron, Jázmin u.8.



70/500 AZ3

80/400 AZ3

102/500 AZ3



60/900 EQ1

70/900 EQ2

80/400 EQ1

90/900 EQ2

120/1000 EQ3

120/600 EQ3

150/750 HEQ5



80/600

100/900

120/1000



80/1000

90/1250

102/1300

127/1500

150/1800

rafraktorok azimutális állványon

Csillagászati és természetmegfigyelésre is alkalmasak ezek az f/5 fényerejű akromatikus refraktorok. Tartozékuk egy 45 fokos Amici prizma, mellyel egyenes állású oldalhelyes képet kapunk. Rövid tubussal és a stabil azimutális állvánnyal igaz utazótávcsövek.

Refraktorok ekvatoriális állványon

A klasszikus csillagászati távcső a refraktor. A Skywatcher minden lencsés távcsőve légréses, ami kontrasztos képet, minimális színi hibát jelent. Kiválóak a Hold, bolygók, kettőscsillagok megfigyeléséhez, előnyösek fotózásra, ugyanakkor természetfigyelésre is alkalmasak.

Apokromatikus refraktorok

Vizuálisan tökéletes, színi hiba mentes leképezést biztosítanak a Skywatcher apo refraktorai. 95% feletti definíciós fényesség, hibátlan képalkotás jellemzi ezeket a távcsöveket.

Makszutow-Cassegrain távcsövek

Rövid tubusuk miatt könnyen szállíthatók, hosszú fókusztávolságuk pedig nagy nagyítást tesz lehetővé. Jó leképezésű és kontrasztos képet kapunk az MC távcsövekkel. Kaphatók csak tubusként, vagy állvánnyal.

Newton-távcsövek

Nagy átmérőjű tükrök sok fényt gyűjt össze, mégis kedvező az árak. Kifejezetten alkalmasak halvány objektumok megfigyelésére: mély-ég, üstökösök, változócsillagok, stb.

114/900 EQ1

114/900 EQ2

130/900 EQ2

150/750 EQ3

150/1200 EQ3

200/1000 EQ5

200/1000 HEQ5

254/1200 EQ6



Newton (Dobson)-távcsövek

Egyszerű mechanika, alacsony ár, gyors felállíthatóság mellett nagy átmérőt és halvány objektumokat érhetünk el Dobson-távcsövünkkel.

153/1200

203/1200

254/1200



Mechanikák

Magyarország legnépszerűbb fókuszmechanikáit a Skywatcher gyártja: nagy teherbírás, precíz követés.

EQ1, EQ2, EQ3, EQ5, HEQ5 és EQ6 GOTO változatban is



Továbbá ajánlunk binokulárokat, spektíveket, órágepeket, okulárokat és egyéb kiegészítőket. Kérje ingyenes katalógusunkat vagy látogasson el honlapunkra. A távcsöveket Ronchi-rácssal autokollimácóban teszteljük, így csak első osztályú, kiváló optikájú távcsöveket adunk el. Minden távcsőre 21 napos "meggondoltam magam" garanciát és egy éves jótállást vállalunk. Termékeink raktárkészletről azonnal szállíthatók. Ha utánvétellel rendel, a postaköltség maximum 1400 Ft.

Sky-Watcher



MEADE



CORONADO



GO OPTICAL

Leitzhungaria

Professzionális

Spektívek

Űrteleszkópok

Digitális analóg
fotóapparatok

Látnak
Távolságok

Éjjellátók

Keresőlévesek

Csillagászati teleszkópok

Szűrők, kiegészítők



CELESTRON

MINOX



PENTAX



Megoldások minden megfigyelési területre,
a világ vezető optikai cégeitől!

Ingyenhitel lehetőség **0%** THM, kérje árajánlatunkat faxon, e-mailen

E-mail: absz@leitz-hungaria.hu

Tel: 20/ 96 59 171

Fax: (1) 268 95 21



Távcső Szolgáltató Magyarország



www.tavcsso.com

info@tavcsso.com

Tel: 06-20-432-5555 vagy 0043-676-526-528-0

Bemutatóterem: 1112 Budapest, Dobogó út 57

Szolid árak, garantált minőség



Makszutov-Cassegrain 80 mm-től 200 mm-ig
(TS, SkyWatcher, Intes, Bosma, Celestron)

Refraktorok 60 mm-től 152 mm-ig
(TS, Meade, Celestron, GSO, SkyWatcher)

Apokromátok 66 mm-től 130 mm-ig
(TeleVue, TMB, William, Synta, Orion)

Newton távcsövek 114 mm-től 350 mm-ig
(TS, GSO, Orion, SkyWatcher, Celestron)

Schmidt-Cassegrain és Schmidt-Newton
(Celestron, Meade)

Dobsonok 150 mm-től 350 mm-ig
(TS, GSO, Orion, SkyWatcher)

Azimutális, parallaktikus és GoTo mechanikák (Synta, Meade, Celestron)

Fotografikus kiegészítők (saját fejlesztésű adapterek nagy választékban)

Nemzetközileg kalibrált interferométer és autokollimációs pad 500 mm-ig

Okulárok, Barlow lencsék, Reduktorok
(TeleVue, TS, GSO, William, Baader)

Képsík-egyenesítők, korrektorok
(Baader, TeleVue, William, Aries, Intes)

Mélyég-, bolygó-, Nap-(abszorpciós) szűrők
(Astronomik, Baader, Coronado, Intes, TS)

Távcsőépítési anyagok
(TS, TMB, William, OptiMedia, GSO)

Forgatható csillagtérkép, napóra, csillagóra
(AstroMedia, Sirius, TS, MCSE)

Távcsőmodellek (AstroMedia)



meteor

az MCSE
csillagászati
folyóirata



útikalauz a Világegyetemhez

A folyóirat honlapja: meteor.mcse.hu — megrendelés: meteor@mcse.hu

Színes képek

A Naprendszer holdjai című cikkhez

1. A Naprendszer legnagyobb holdjai és legkisebb bolygói.
2. A Titan hamisszínes képe a Cassini-szonda felvételei alapján (2004. október 26.). A kék szín a magasszintű szmogot mutatja, a vörös és zöld a metán jelenlétére utal.
3. A Titan „madártávlatból” az ereszkedő Huygens-szonda felvételén. Balra szénhidrogén folyók felszínbe vájt völgyei láthatók, jobbra a sötét terület tenger, a parttal párhuzamosan szigetsor vagy turzás látható.
4. Az Io színeit a vulkáni tevékenység határozza meg. A frissen kiömlött kén vörös — ami később megsárgul, a szilikát láva sötétszürke, a fehéres területeket pedig kén-dioxid lera-kódás borítja (Galileo-felvétel).
5. A Szaturnusz Enceladus holdjának Tigriskarmolások elnevezésű területe a hold legaktívabb vidéke. A törésvonalakkal szabdal, fiatal felszín alól gáz és szilárd anyag szabadul ki.
6. A Clementine űrszonda magasságmérései alapján talált egykori medencék a Holdon. Ezek közül a legnagyobb a 2500 km átmérőjű Aitken-medence a túlsó oldalon, a déli pólus közelében (NASA Lunar and Planetary Institute).

A csillagászat legjobb eredményei című cikkhez

7. Szpikulák a Svéd Naptorony H_{α} felvételén (A szpikulák eredete).
8. A Mimas a Szaturnusz északi féltekéje előtt. Felhők hiányában a napfény itt mélyen hatol a légkörbe, miközben a látható tartományból a vörös felé eső színek kiszóródnak. Ezért kékes a Szaturnusz korongja, amelyre a gyűrűk ívelődő árnyéka vetül. A felvételt a Cassini 2005. január 18-án 1.4 millió km távrolról készítette, a Szaturnuszon 8.5 km-es, a Mimaszon 7.5 km a kép felbontása (A Cassini a Szaturnuszról).
- 9a Vörös lidérc, 9b kék nyaláb (Földi gammavillanások).
10. Részlet a digitális felhőatlaszból: a csillagközi por eloszlása a 60° – 160° galaktikus hosszúságok és $\pm 20^{\circ}$ szélességek között (A galaktikus sötét felhők digitális atlasza).
14. Homokórára hasonlító gleccserszerű képződmény, ahol a jobb oldali, 8 km átmérőjű kráterből jég vagy jéggel kevert törmelék áramlik, vagy áramlott a közelmúltban az 500 méterrel alacsonyabban fekvő, 17 km átmérőjű kráterbe (Marsszondák eredményei). ESA/DLR/FU Berlin G. NEUKUM nyomán.

A Vörös óriás változócsillagok című cikkhez

11. A Vörös Téglalap-köd fiatal, kialakulásának legelején járó, érdekes szimmetriákat mutató planetáris köd.
12. A Tojás-ködben a fák évgyűrűihez hasonló koncentrikus gyűrűk látszanak, melyek az aszimptotikus óriáságon jelenkező, időszakosan erősebb tömegvesztési folyamatokra utalnak. A két átlós fényávot az okozza, hogy a központi csillag fénye a csillag körüli porburokból csak ezekben az irányokban tud kijutni.
13. A Macskaszem-köd (NGC 6543). A Tojás-ködhöz hasonlóan itt is megfigyelhetjük a néhány száz évente felerősödő tömegvesztés miatt látszó koncentrikus gyűrűket.

További érdekes képek

15. 2004. december 25-én sikeresen leszállt a Titan felszínére a Huygens-szonda. A talajt 12 – 18 cm-es jégsziklák és finomszemcsés anyag borítja.
16. Az Uránuszról és gyűrűrendszeréről az eddigi legrészletesebb felvételeket készítették 2004. július 11-én és 12-én az adaptív optikával felszerelt 10 m-es Keck II-távcső segítségével. A közeli infarvörös tartományban felvett képen jól láthatók a bolygó világos felhőalakzatai és a gyűrűrendszer. (L. Sromovsky, University of Wisconsin-Madison/W. M. Keck Observatory felvétele).
17. A Deep Impact szonda lövedékének látványos becsapódása a Tempel 1-üstökösbe. A felvétel 2005. július 3-án, a becsapódás után 67 másodperccel készült. Jól látható a sugaras anyagkidobódás.
18. A Deep Impact lövedékének felvétele a Tempel 1-üstökről, másfél perccel a becsapódás előtt. Jól láthatók a kisebb kráterek, valamint sok bizonytalan eredetű, fehér folt. A becsapódás a két nagy kráter között, az alsó pereméhez közelebb következett be.
19. A sajtóban 10. bolygóként emlegetett 2003 UB313 Kuiper-objektum felfedező felvételei (l. még a 79. oldalt).
20. A 2005. október 3-i gyűrűs napfogyatkozás Pápics Péter felvételén. A digitálisan összeillesztett felvételsorozat jól kirajzolja a Hold profilját.
21. Az SN 2004et szupernóva az NGC 6946 jelű galaxisban. A felvételt Szabó M. Gyula készítette a piszkéstetői Schmidt-teleszkóppal, 2005. március 2-án. (A Szegedi Csillagvizsgáló beszámolójához).
22. 2005. január 21/22-én ismét sarki fény látszott hazánkban. A képet Berkó Ernő készítette Ludányhalászból Canon EOS 300D fényképezőgéppel, Sigma 27 – 70/2.8-as objektívvel, 17 s expozíciós idővel.
23. Zana Péter felvétele a 2004. október 28-i teljes holdfogyatkozásról (átalakított 106/805-ös Rubinar tükörobjektív, Canon EOS 10D fényképezőgép).



Ganymedes
5262 km



Titan
5150 km



Merkúr
4880 km



Callisto
4806 km



Io
3642 km



Huld
3476 km



Europa
3138 km



Triton
2706 km

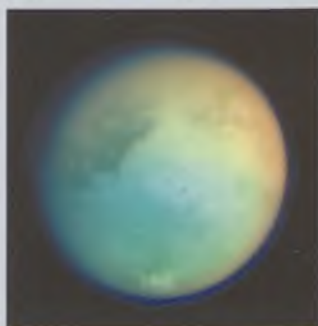


Plútó
2300 km

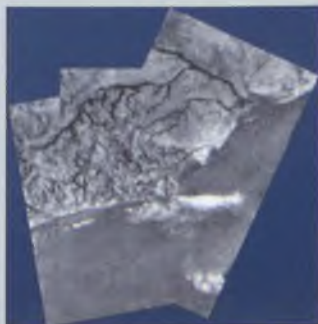


Titania
1580 km

1



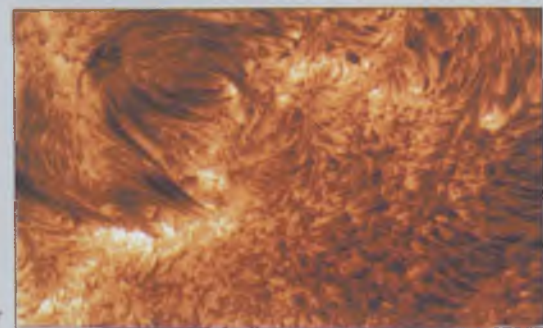
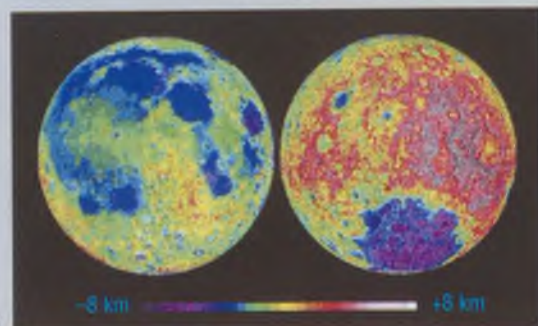
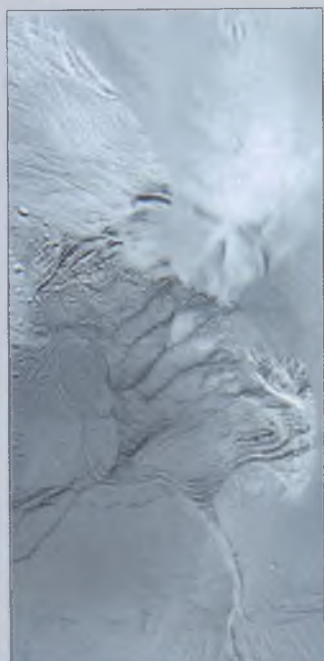
2



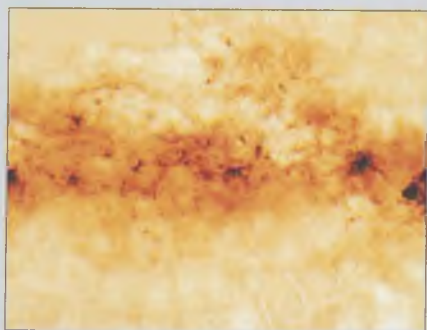
3



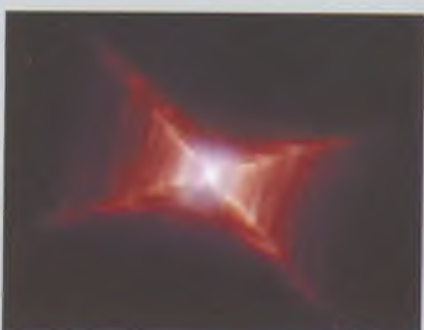
4



10



11



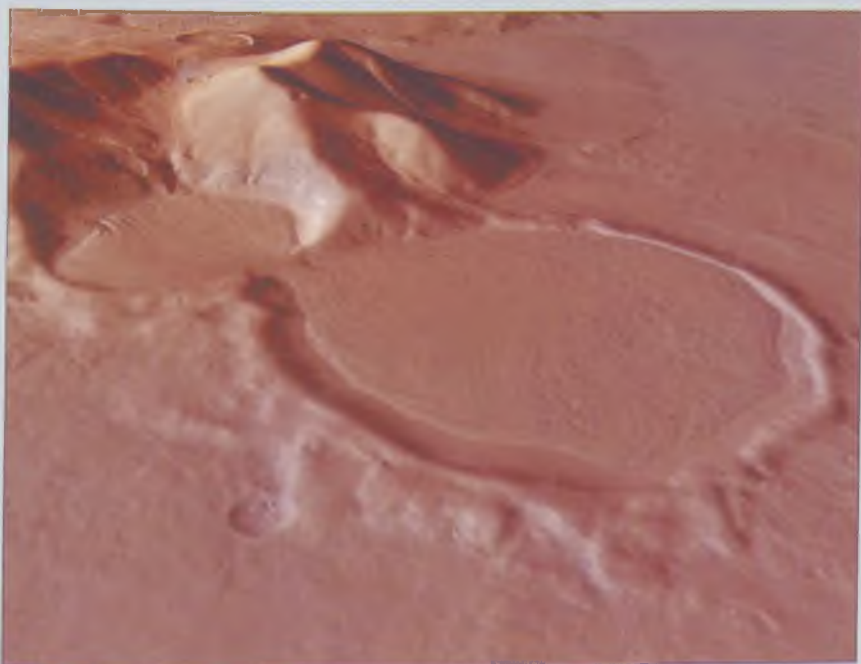
12



13

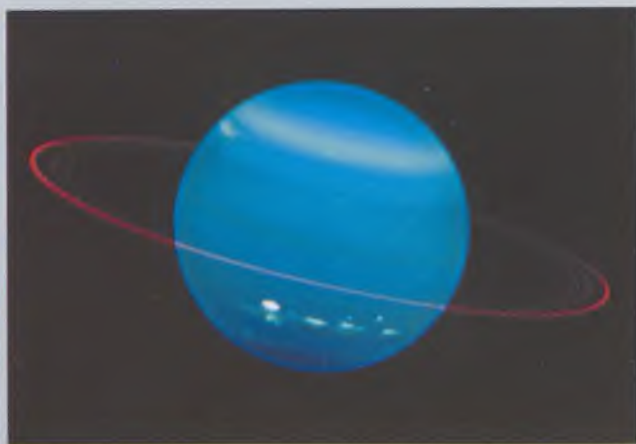


14





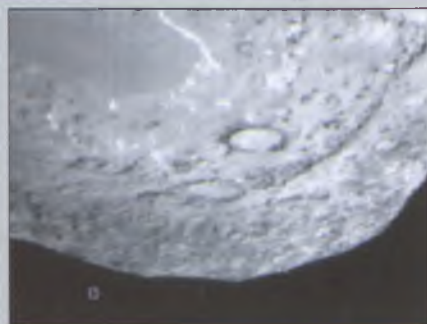
15



16



17



18



20



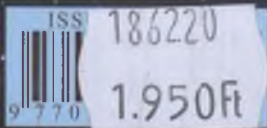
19



21



1950 Ft



ISS

186220

1.950Ft



9 770